Hokkaido Fish Hatchery
Scientific Rept

December 1961

水産孵化場研究報告

第十六号

SCIENTIFIC REPORTS OF THE HOKKAIDO FISH HATCHERY

No. 16

LIBRARY
APR 27 1962
FISH & WILDLIFE SERVICE

北海道立水産孵化場
札幌市中の島

HOKKAIDO FISH HATCHERY
NAKANOSHIMA, SAPPORO
JAPAN

ホロカヤン沼調査報告
(養殖適地調査)

江口弘
(北海道立水産孵化場)

Limnological Studies of Lake Horokayan, with Special Regard to its Suitability for Pisciculture.

Hiroshi EGUCHI

I はしがき

ホロカヤン沼は又の名をホリカニヤ沼とも称し，十勝国大津町に所在する小沼で，大津市より24km，大樹町より約30km の太平洋岸にその原始的な姿を保つている。十勝平野の海岸線に沿つて十勝川河口より西南に向うこと20kmの間に順次，長節沼，湧洞沼，生花苗沼とホロカヤン沼が散在している。

ホロカヤンという名称は土語，若しくはこれの変型されたもので，その意味は沼の成因や性状をよく現わしているものと思われる。ホリカニヤとは土語で逆流する川を意味するというが，本沼の水位が甚だしく上つた時に，沼の西部の注入河川の水が逆流するのをみて土人がつけた名称であるということである。

本沼については既に木村他（1938）によつて詳細な基礎調査がなされているが，このたび本沼が大樹町の所有に属することになり，今後本町が沼を利用して魚類の増殖を計画しているので，1956年6月筆者等はその基礎資料を得べく大樹町よりジープを駆つて現地踏査を行なつた。以下その概要を報告する。

稿を草するに先だち，本編を発表する機会を与えられた北海道立水産孵化場荒井場長，竹谷次長，当時，現地に同行された島田町長，土田水産係長，水質分析を願つた本場調査課吉住技師の各位に対して深甚の謝意を表する。

II 湖盆形態

本沼は海岸の隆起によつて川流の流末が膨脹して沼を形成したものと考えられ，海蝕平衡に達した直線型の海岸砂丘によつて海と隔たつている。海抜標高が16.8mという低位にある。注入河川はチライウンベツ川（別名トーキサル川），アメマス川，エビノ沢，掬水沢及びホリカニイ川の5川で降雨時には沢が1，2本増加する。何れも大きなものではなく，川の形態を呈しているのはチライウンベツ川とアメマス川のみである。水量は常時2箇から3箇程度で，ホリカニイ川は殆んど流れがなく降雨時に付近の谷地水を集めて沼に注入しているが，沼の水位が高くなると逆流して排水路になるということである。

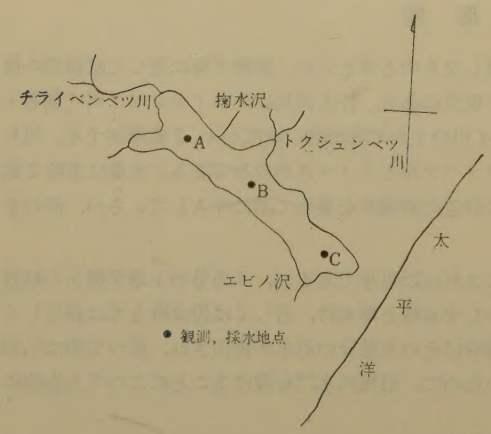
本沼の面積は北海道庁水産課の道内湖沼及び溜池調査表によれば25町歩であるが，5万分の1地形図から略算すれば60町歩となる（求積法，プラニメータによる）。しかし平水時と増水時，若しくは排水時とでは甚だしく相違するようで，大樹役場の調査によれば，沼尻が切れた場合はその大部分の沼水が排出され，従つて沼は$^{2}/_{3}$程度になつてしまうというが，これは海面より沼の地盤が高いためで，沼尻に水門を設けることによつて人為的に水の調節ができるとみている。

木村他（1956）は本沼の水深について最浅部1m，最深部4.7mを測深しているが，筆者の調査時には最浅部0.5m，最深部3.0をm測深した。本沼の深度は注入河川の水量によつて相等上下するものと思われる。底質は受水区域が狭小で多量の出水がなく，かつ急激に排出されることもないので浮泥は益々沈積して全沼を通じ深

い黒色の浮泥底を形成し，土人の言によれば底無し沼ということである。沼の中央部に浮島（Floating lslet）がみられた。浮島の見られる沼は普通細長い浅い褐色の水を湛えた腐植栄養型の沼である。僅に沼の東南が砂底となり，沼尻は一帯の岩盤をなしている。沼に注入する各沢の縁辺は多くは泥炭性で沼岸の大部分は一帯の丘稜をなしている。

第1図　　ホロカヤン沼周辺の地形

第2表　ホロカヤン沼観測点



Ⅲ　水理条件

(1)　観察の方法

1956年6月8日，観測並び採水に地点Aは沼の奥地，Bは沼の中央部，Cは沼尻の3地点（第2図）で，水色，透明度，水温，pH及び含有化学成分を垂直的に観察した。測温，採水は鶫見精機プラスチック採水器により，水色はフオーレル水色計，透明度は直径25cm白色円盤を用いて測定した。水質については現場でpHの測定と溶存酸素の固定を行ない，試水は本場実験室に持帰り分析した。分析方法は常法により行なつた（吉村，湖沼学巻末の湖水の分析法）。即ちpHはClarkの比色法，溶存酸素はWinkler法，酸素飽和度はFox-Whipple-Whipple の表より求めた。過マンガン酸加里消費量は試水 100cc を H_2SO_4 で酸性とし蓚酸を加えて試水の全く無色となるに及び過マンガン酸加里で滴定した。珪酸はWinkler法，燐酸はDeniges-Atkins法，アンモニア態窒素はWinkler改良の直接比色法，カルシウムは蓚酸塩沈澱法によつてそれぞれ行なつた。観測並びに分析結果

を第1表に示した。

第1表　　観測並びに分析結果

採水地点	A点		B点		C点	
採水深度	0 m	3 m(底)	0 m	3 m(底)	0 m	3 m(底)
月日	1956.6.8	〃	〃	〃	〃	〃
時間	10.45	11.00	10.00	10.15	11.25	11.40
天候	雨	〃	〃	〃	〃	〃
気温 °C	12.0	〃	〃	〃	〃	〃
水温 °C	19.0	19.4	18.0	18.5	18.2	18.4
pH	7.5	7.5	7.2	7.2	7.2	7.6
酸素（O_2） cc/L	6.8	6.3	6.2	6.0	6.6	6.0
酸素（O_2） %	104.7	96.7	94.1	91.5	99.6	90.2
過マンガン酸加里消費量 ppm	51.2	52.0	51.2	51.2	51.2	73.6
珪酸（SiO_2） ppm	12.2	12.0	12.0	11.9	11.9	10.7
燐酸（P_2O_5） ppm	0.0055	0.0045	0.0055	0.0160	0.0050	0.0035
塩素（cl） gr/L	6.9	7.1	6.9	7.1	7.0	11.6
アンモニア態窒素（NH_3-N） ppm	0.4476	0.1133	0.1030	0.3375	0.1546	0.7728
カルシウム（Ca） ppm	157.9	165.1	163.1	164.3	158.7	258.9
硫酸塩（SO_3） ppm	486.0	469.8	494.1	453.6	558.9	583.2
水色	No. 17	−	No. 17	−	No. 17	−
透明度（m）	2	−	2	−	2	−

（2） 水温，水色，透明度

6月8日の観測に於て気温は12.0°C～13.0°Cを示し雨であつたが，沼の表面水は18.0°C～19.0°C，底層水は17.9°C～19.4°Cを示した。本沼はその受水区域が小さいためと，海抜標高が16.8mの低位にあるため，夏期は相等の水温上昇が考えられる。水色はフオーレル氏比色計の No. 17 程度の黄褐色を呈し，透明度は2mを測つた。

（3） 水素イオン濃度（pH）と溶存酸素（O_2）

水素イオン濃度は表層 pH 7.2～pH 7.5，底層 pH 7.2～pH 7.6 を示す。即ち微弱アルカリ性～弱アルカリ性である。溶存酸素量は表層6.3cc/L～6.8cc/L（飽和度99.6%～104.7%），底層6.0cc/L～6.3cc/L（飽和度90.2%～96.7%）を示し，十分含有されていて底層でもその消耗はみられない。

（4） 過マンガン酸加里消費量（MnO_4K cons.）

沼水の可溶性有機物の含有量をあらわす過マンガン酸加里消費量は表層 51.2 ppm，底層 51.2 ppm～73.6ppm を示し比較的大である。これは腐植質の流入が多いことを物語つている。泥炭沼のような腐植質の多い沼では MnO_4K 20ppm～500ppm を測る。吉村（1934）の腐植栄養湖（悪栄養型）の標準としている MnO_4K> 20ppm に従えば，本沼は腐植栄養湖の範疇に入る。

（5） 珪酸（SiO_2）とカルシウム(Ca)

珪酸は無機成分中，最も主要部分を占めるもので，これの本沼の含有量は表層11.9ppm～12.0ppm，低層10.7 ppm～12.0ppm を示し，これらの値は本邦湖沼中，中等程度以下に属している。カルシウム含有量は表層 157.9 ppm～163.1ppm，底層164.3ppm～258.9ppm を示し多量である。これは海水の浸入が原因していると考える。

（6） 塩素量（Cl）と硫酸塩（SO_3）

塩素量は表層 6900ppm～7100ppm，底層 7000ppm～11600ppm の多量を示している。木村他（1938）は 61.0 ppm～62.0ppm を測り，海水の浸入はない沼と報じているが，今回の調査時はその約1カ月前に人為的に沼尻を切つた時に浸入した海水が影響しているものと考える。従つて硫酸塩も多量で表層 486.0ppm～558.9ppm，底層

469.8ppm～583.2ppmの多量を測る。

（7） 燐酸塩（P_2O_5）とアンモニア態窒素（NH_3-N）

可溶性有機物及び窒素とともに燐酸は（何れも肥料成分）最も重要なる生物制限要素と考えられるものであるが，本沼の燐酸塩含有量は表層0.005ppm，底層0.0035ppm～0.016ppmで極めて少ない。しかしアンモニア態窒素は比較的多く，表層0.103ppm～0.4476ppm，底層0.1133ppm～0.7728ppmを示した。

従来本沼は沼底を通じて海との連絡があるように考えられていたのであるが，木村他(1938)の調査によればその含有化学成分中，石灰が少なく，過マンガン酸加里消費量が比較的多く，塩素量は上層61.0ppm，下層62.0ppmを示し海水の浸入はないと考えられ海とのつながりの証跡を明らかにすることができなかつたと報じている。しかして今回筆者等が調査した時は（1956.6.8.），部落民がその1カ月位前に本沼に棲息している公魚を捕獲する目的で，沼尻を人為的に切断して沼水を排出せしめ沼の水位を下げたが，その当時海水が浸入したまま沼尻は閉塞されてしまつた状態の時に相遇したので沼水の鹹度は相等高かつた（人為的に砂丘を切つた沼尻は，そのままにしておくと5，6日で自然に砂がもり上り閉塞してしまうということである）。調査時は完全に閉塞された状態にあつたので，沼水の鹹度は時日を経るに従つて低下するものと思われる。淡水沼に移行した場合の水質を考えると，pH<7.0となり，その含有化学成分中，塩素量，カルシウム，硫酸塩，アンモニア等が減量する。以上の事柄を総合して湖沼標式を付するならば，本沼は過マンガン酸加里消費量の過量から腐植栄養型の範疇に入るものと考える。

Ⅳ　移殖適種並びに生産力

本沼の常棲魚種はかつては海より溯上したものが棲みついて蕃殖しているものと考えられるところであるが，付近住民の言を総合してみて，うぐい，ふな，わかさぎ，あししろはぜ，いとよ，とみよ，あめます，いとう，かわがれい等の魚類と沼尻に近い岸の砂地には，しじみが，既棲している。又，水草，水藻が多く水深2m線以内の湖岸に密生している。その主なるものは，よし，がま，ゐ，ひし，かわほね，ひつじぐさ等の水草と，せきしようも，いとも，等の水藻類である。沼の中央部には浮島があり典型的な腐植栄養湖の外観を呈している。

かつて本沼は増殖施設をなした事実はなく，又，沼を水産的に利用した事実もない。ただ付近住民の食料として，うぐい，等が多少漁獲されていたがその量も多くはなく，漁業とは認められないものであつた。然るに最近沼に棲息していた公魚が注入河川の一つであるトクシユンベツ川に溯上して盛んに天然産卵を行なつていることが大樹町役場土田水産係長によつて確認されるに及び，本種の本格的な増殖に乗出したわけで，本年度は阿寒湖産公魚卵2000万粒の移殖が行なわれた。島田町長の言によれば本種増殖の目的とするところは，部落住民（晩成部落は戸数73戸，永年居住者は沼の周辺に点住し40戸を数える。他の30余戸は開拓者である）の蛋白補給と生産利益による学校の教材購入にあるということである。

本沼に放養する魚種は水温，水深，水質よりみて公魚，鯉，鮒が適種と考えられる。前述の如くその水質よりみた湖沼標式は腐植栄養湖（悪栄養型）の範疇に入るものと考へられるから，沼の生産力は本道の腐植栄養湖の生産力を1町歩当り10貫内外と推定して，本沼の堪水面積60町歩より600貫内外が算出できる。これに従つて本沼の増殖計画を樹立してみると，一応，公魚人工孵化放流による放養数量2000万粒で生産見込数200貫，鯉稚魚放流2万尾で生産見込数400貫，合計600貫を算出し得る。

本沼は受水区域が狭小なため，栄養塩類の搬入も多くはなく，かつ水深が浅く面積も広くないので大型のうぐい，あめます等の有害魚は極力絶滅して有用魚の放養を行なうことが望ましい。また沼には石灰施肥を行なつて生産力の増強を計るべきであるが，沼尻一帯が岩盤であるから築堤工事には都合がよいと考える。堰堤によつて沼の水位の上下は人為的に操作することが可能となるであろう。

Ⅴ　要　　約

（1） 1956年6月7日～9日，水産利用の見地から十勝国ホロカヤン沼の踏査を行なつた。

（2） 水沼について既に行なわれた木村他（1938）の基礎調査によれば海との連絡がなく淡水型の沼として報告されているが，今回の調査時は部落民が公魚を捕獲する目的で沼尻を切断し，沼の水位を下げた時に海水が浸入したので沼は汽水型を呈していた。しかし既に沼尻は完全に閉塞されてしまつたので，時日を経て淡水型に移

行するものと考える。

（3） 淡水型に移行した場合の沼の水質から考えると，本沼の湖沼標式は過マンガン酸加里消費量51.2ppm～73.6ppmを示している点より腐植栄養湖（悪栄養型）の範疇に入るものと考える。過マンガン酸加里消費量が大であることは泥炭地水の流入によるためと考える。

（4） 本沼に放養する魚種は水温，水深，水質よりみて公魚，鯉，鮒等が適種と考えられ，増殖計画としては公魚人工孵化放流による放養数量2000万粒で生産見込数200貫，鯉稚魚放流2万尾で生産見込数400貫，合計600貫を樹てた。

（5） 本沼の生産見込数は一応，本道に於ける腐植栄養湖の生産力標準とした1町歩当り10貫内外によつて本沼の堪水面積60町歩より600貫内外を算出し得る。

（6） 大樹町は本沼の所有権を獲得し，晩成部落73戸の蛋白補給及び学校の教材購入を目的として本沼に本年度は阿寒湖産公魚卵2000万粒を移殖し，本種の本格的増殖に乗出した。本種の増殖を行なうことは未利用湖沼の利用価値増進上有意義なものと信ずる。

文　献

1） 吉村信吉　1934：日本湖沼の標式と生産力，楽水会誌，Vol. 29. No. 5

2） 木村追郎・川内滋・西田又八郎　1938：昭和13年度河川湖沼養殖適地調査（長節沼，生花苗沼，ホロカヤン沼）北・水・試復命書。

3） 元田茂　1950：北海道湖沼誌　北・水・孵・試報，5巻1号。

4） 江口弘・吉住喜好・中沢善三郎　1953：北海道に於ける湖沼の生産計画資料　北・水・孵・資料 No. 16

十勝川水系（帯広—幕別）の水質並びに底質の季節的変化について

吉住喜好（北海道立水産孵化場）
委嘱尾崎豊志（北海道さけ・ます孵化場）

Seasonal Observations on the Chemical Substances of Water and Mud in Tokachi River (Obihiro- Makubetsu) in 1959 to 1961.

Kiyoshi YOSHIZUMI and Yasuji OZAKI

まえがき

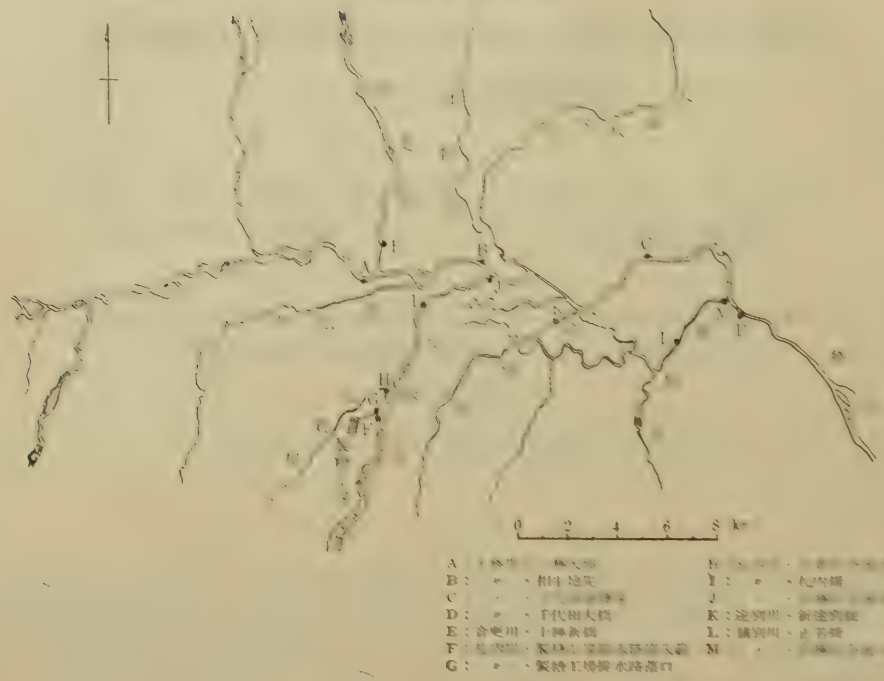
十勝川は本道の中央大雪山連峰に源を発し，途中浦幌川，利別川，猿別川，士幌川，札内川，音更川，然別川，芽室川，佐幌川等の支流の他，120余の細流を併せて太平洋に注ぎ流程において石狩川，天塩川に次ぐ大河川である。その流程は凡そ196kmに達し，沿川地域の産業，経済に及ぼす影響は大きいものがあるが，これを水産的立場から見ると，古くより鮭鱒の遡上多く，特に本道開発の進展，人口の増加，鉱工業の発達等によつて河川の荒廃が相次いで起っている今日，鮭鱒資源維持のため全道的にもその占める位置は極めて大きい。然るに反面，支流札内川河畔には古くから製糖工場があり，又澱粉工場も十勝管内は戦後道内主要産地として200余の工場を有し，これらは直接，間接に十勝川水系に何等かの影響を与えているものと予想される。加うるに近時，製糖工業推奨の波に乗つて，十勝管内に順次数カ工場が設立される気運もあり，今後益々十勝川水系は水質管理の必要に迫られるものと考えられる。これに対処するにはまず詳細な観測記録を用意する必要のあることは水産方面のみならず，少なくとも北海道総合開発を企図する限り明白なことであろう。かかる意味において，筆者等は十勝川水系の水質並びに若干の底質についてその現状を正確に把握し，今後の水質管理に対する指針の参考に供すべく本調査を試みた。本調査は十勝川帯広地区より河口大津，十勝太までの本流，主要支流について実施し現在なお続行中であるが，ここでは帯広地区より幕別地区の水質及び底質について調査結果をとりまとめたので，以下報告する。

稿を進めるにさきだち，本調査を行なう機会を与えられた場長荒井定治氏，次長竹谷孫橘氏，前次長（現道水産課長）三原健夫氏並びに種々有益な助言と指導をいただいた調査課長江口弘氏，高安三次氏に深甚の謝意を表する。又，現地調査に際し絶大な援助と便宜を与えられた前十勝支場長水戸部勝次氏，桜庭弘文氏，細川澄夫氏，幕別事業場中島正明氏及び十勝支場員各位に対し厚く御礼を申し上げる。

十勝川水系沿川に存在する工場の概況

十勝川水系の沿川に散在する工場として最も多いのは澱粉工場である。その数は大小併せて200余といわれ，十勝管内は戦後道内主要生産地としての地位を占めているが，各河川毎の実態は把握していない。本調査河川中影響の大きいのは音更川，途別川であり，猿別川は比較的少ない。又，札内川沿川には製糖工場があり，昭和の初期にその廃水が地下に滲透して地下水を汚染し，鮭鱒稚魚を大量に斃死させた事件がある。両工場の操業状態は澱粉工場が大体9月から11月又は12月初旬までの2カ月余，製糖工場は10月中旬より翌年2月中旬までの凡そ4カ月間であり，その間これらの廃水は直接間接に各河川に流入する。

第1図　　試料採取地点図



観測及び分析方法

観測地点は第1図にかすとおり，千歳川本流が千歳大橋から千代田大橋間に4地点，丸子山が製紙工場排水口流口上流から河口千歳川合流点間に5地点，旅里川が1名路，河口千歳川合流点が2地点，計更川，逆川川各1地点を定め，1959年6月より1961年3月まで定期的に観測，採水後が採泥したものについて分析を行ない，調査項目中，現場において気象観測及び pH，溶存酸素の固定を，千歳支場で溶存酸素の定量を行ないた他之本場実験室に持帰つて分析した。

分析は次に記載する方法に拠つた。

I　水　　質

pH－Clark の比色法

溶存酸素量－Winkler 法

B.O.D.－標準試験法

C.O.D.－酸性法

塩素量－Mohr の銀滴定法

珪酸塩－Winkler 法

燐酸塩－Deniges-Atkins 法

カルシウム塩－過酸塩滴定法

硫酸塩－Winkler の直接比色法

アンモニア性窒素－Winkler 改良の直接比色法

亜硝酸性窒素－Griess-Romijn 法

硝酸性窒素－Griess-Romijn 法

鉄塩－硫シアン化カリウム法

浮遊物－濾紙法

蒸発残留物（熱に残留物，熱灼減量）－試水100ccを蒸発乾固して残いた物質を蒸発残留物，これを強熱灼減

冷して得た値を熱灼残留物，蒸発残留物と熱灼残留物との差を熱灼減量とした。

透視度－光電比色計を用い，2cm液層を透過する光量の百分率によつてあらわした（蒸溜水の透光量を100%として）。又，上澄の透視度とは試水を数時間以上静置してその上澄水の示した値である。

Ⅱ　底　　質

C.O.D.—湿泥1grにN/5過マンガン酸カリ液50cc，稀硫酸50ccを加え，沸湯浴中で30分間煮沸した後，N/5修酸液25ccで過マンガン酸カリを脱色させ，この液をN/5過マンガン酸カリ液で微紅色を呈するまで滴定した。別に泥質中の蒸発残留物を求めてそれにより乾燥泥1gr当りのC.O.D.を算出した。

蒸発残留物—湿泥約1grを蒸発乾固し，湿泥に対する百分率を求めた。

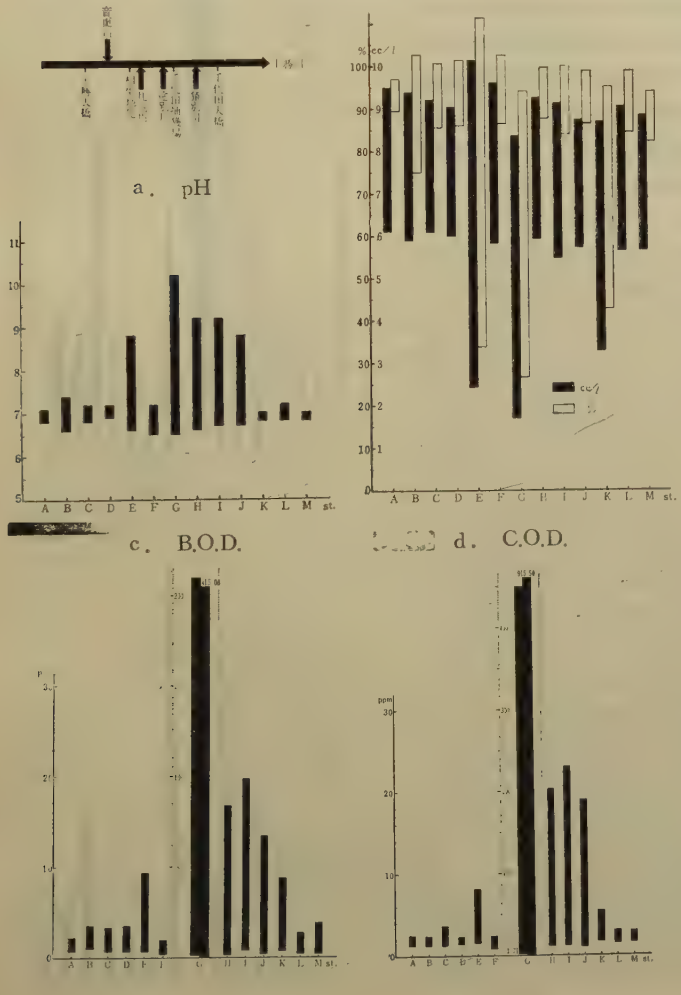
熱灼減量—蒸発残留物を熱灼灰化し，乾燥泥に対する百分率を求めた。

結果と考察

観測及び分析結果は附表A－M並びに第2図a－k，第3図a—bに示すとおりであるが，次にその主なるものについて述べる。

Ⅰ　水　　質

第2図　各地点における水質の変動域



（1）pH

十勝川，途別川，猿別川のpHは季節的変化が顕著でなく従つて変化域も小さかつた。札内川は製糖工場操業期にその廃水流入後河口までかなり高い値を示し，明らかに製糖廃水の影響が認められた。然し，1960年11，12月は廃水落口のpHが比較的低く従つて売買川合流点より下流河口までのpH値も略々平常に近い値を示したが，これは製糖廃水の処理方法の改善によるものであろう。又，製糖廃水の影響は操業の進行と共に大きく，かつ広範囲に亘るものと考えられる。すなわち，1959年11月に廃水落口pH 9.6，売買川合流点pH 9.2，札内橋pH 7.1，河口十勝川合流点pH 7.0で札内橋附近ではそれ程影響が認められなかつたのに対し，翌12月の測定では廃水落口，売買川合流点が前月同様pHは夫々9.6，9.2であつたのに札内橋pH 9.2，河口pH 8.8で廃水流入後全川に亘つて異常な値を示した。音更川は1960年6，10月に他の時期に較べpH値が稍々高くその理由が判然としないが6月の場合は溶存酸素が111.63%と過飽和に溶存していたことから植物の同化作用によるもの

ではなかろうかと考える。十勝川本流の pH 値は1960年6月に札内川合流点前の左岸で稍々高く pH 7.4 を測定した以外は前述のとおり変化域は小さく澱粉，製糖両廃水の流入期でも殆んどそれらの影響はあらわれなかつた。一般に淡水魚は酸性側に強い傾向があり pH 4.0 位までは害を受けない魚類がかなりあるとされているのに反しアルカリ域には弱く，pH 9.0 になると斃死する魚類が多いとされている。なお，現在水産用水の水質標準では pH 6.5～8.5を限度としている。

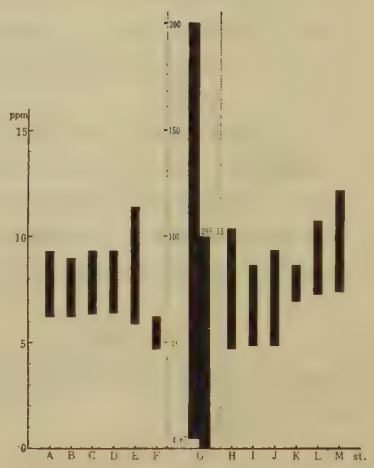
（2） 溶存酸素量（D.O.）

溶存酸素量は各河川とも澱粉，製糖両廃水流入期以外は豊富に溶存している。廃水流入時にかなり D.O. の減少を見るのは音更川，途別川で，音更川では1959年10月33.81%，1960年12月74.29%，又途別川は1960年10月42.64% と何れもその含有量は少なく澱粉工場の盛期にはその廃水流入によつて D. O. の減少が続くものと考えられる。これに対し，猿別川沼川にも若干の澱粉工場が点在するがその廃水流入による影響は殆んど認められなかつた。又，札内川は製糖工場操業後，廃水落口ではその含有量が20～50%に激減するが売買川合流点より下流では豊富に溶存していた。これらは廃水量に較べて河水量が多いためであり，かなり多量の有機物が河川に流入しても稀釈率が大であれば酸化分解に消費される酸素量と大気からの溶入量との均衡が失なわれることなく，いわゆる河川の自浄作用を損なうことはないものと考えられる。これら河川の流入を受ける十勝川本流は札内川合流前左岸で1959年11月に70%台を示したことがある以外はすべて含有量80%以上を測定し，澱粉，製糖廃水流入時に多少 D.O. 減少の傾向がみられるようでもあるが顕著ではなかつた。D.O. は魚類その他の水棲生物の棲息に直接最も大きな影響を与えるので，諸外国でも水質標準の中で許容される最低限度を定めているが，水産用水としては 5 ppm（3.5 cc/l.）以上というのが常識となつている。これに従えば，澱粉工場操業期の音更川，途別川が限度以下或いはそれに近い値であり，又札内川は製糖廃水落口で同様限度以下或いはそれに近い値を示すが直ぐに恢復する。

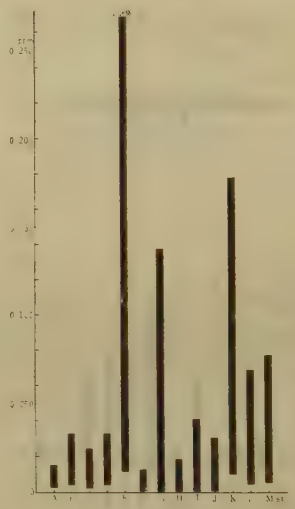
（3） B.O.D.

B.O.D. は澱粉，製糖両廃水の流入時に各河川とも増加の傾向が認められたが，中でも札内川，音更川，途別川ではかなり顕著であつた。すなわち，札内川では製糖廃水流入時に流入地点より河口十勝川合流点まで全域に亘つて相当高い値を示した。然し，1959年と1960年とを較べてみると後者の方が廃水の B.O.D. も低く従つて流入後下流に与える影響は少なかつたが，これは製糖廃水処理の改善によるものであろう。又，製糖廃水は両年における廃水落口の測定結果からわかるように操業の進行に伴つて B.O.D. が高くなる傾向がうかがわれた。音更川，途別川も澱粉工場操業期の10～12月は他の時期に較べて高く，夫々4.53～7.12ppm，3.47～8.72ppmを測定した。これに対し，猿別川も澱粉工場操業期に若干他の時期に比し高くなる傾向を示したが顕著ではなかつた。これら各支流を併せる十勝川本流は，当然澱粉，製糖両廃水の流入する10～12月は稍々増加の傾向が認められ特に両廃水

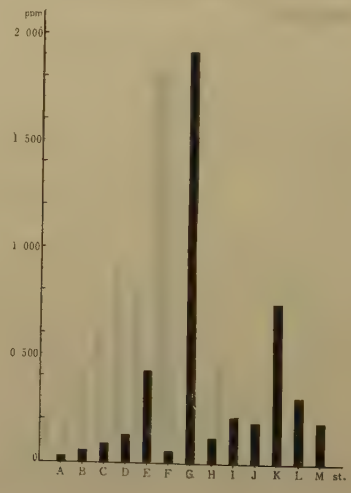
e．Cl



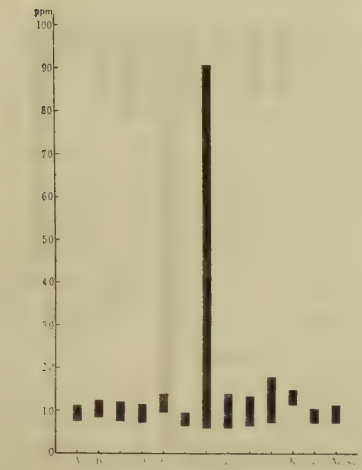
f．P_2O_5



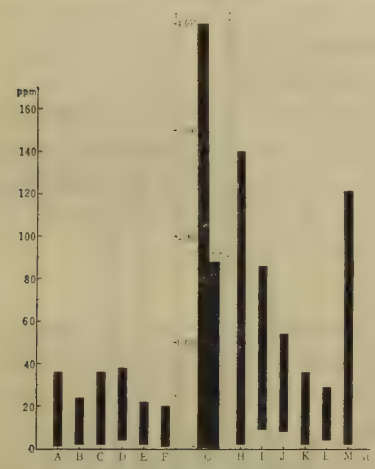
g．NH_3-N



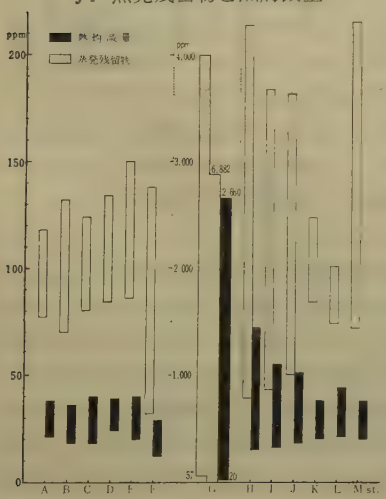
h．Ca



i．浮 游 物



j．蒸発残留物と熱灼減量



が同時に流入する10月中旬以降11月には高かつたが何れも 4.0 ppm 以下であつた。現在河川水の汚濁限界は B.O.D. 5 ppm というのが常識とされており，これに従えば，製糖工場操業期における廃水流入後の札内川が大きく限度を超えており，又音更川，途別川が澱粉工場操業期にその範囲外にあることがあるが，猿別川は限度内にあり，十勝川本流も最高で 4 以下であつた。従って現在の処，十勝川本流の B.O.D. についてはそれ程危険な状態にあるとは考えられない。廃水流入期以外の各河川における B.O.D. は大体 2.0 ppm 以下という低い値を示し極めて清浄な部類に属する。

（4） C.O.D.

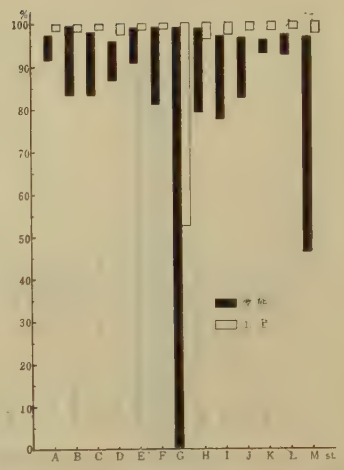
C.O.D. も B.O.D. と同様に澱粉，製糖両廃水の流入時は各河川とも増加の傾向が認められたが，夫々河川毎に特徴が見られた。廃水の影響が特に顕著なのは札内川，音更川，途別川であつた。すなわち，札内川では製糖工場操業期はその廃水流入後他の時期に較べて河口まで著しい急増が見られたが，製糖廃水の濃度は操業の進展に伴つて増加の傾向を示すようであり札内川の影響を受ける範囲もこれに従つて拡がることが明らかに認められた。然し，1960年は1959年に較べ廃水の濃度も低く，流入後の札内川に与える影響も相当減じているが，これは前述のとおり廃水処理設備の改善によるものと考えられる。すなわち，河口十勝川合流点における両年12月の C.O.D. についてみると 1959年が 18.88ppm，1960年 3.46ppm でかなりの差がみられた。B.O.D. でも1959年12月が 13.37ppm，1960年12月6.63ppm で同様減少をみせている。又，音更川，途別川も澱粉工場操業期はその廃水の影響を受けて稍々高い値を示した。これに対し，十勝川本流は千代田捕獲場，千代田大橋で10～12月の測定において稍々他の時期に較べて増加の傾向は認められたが顕著でなく，猿別川も概して低く変化域も小さかつた。一般に有機廃水は C.O.D. が高い特徴を有し，その廃水が流入する河川では当然その影響を受け増加するのが通常であるが，これも廃水量と河水量との比率すなわち稀釈率によつてその程度に差が生ずる。これらのことから，製糖廃水流入時の札内川，澱粉工場操業期の音更川，途別川は C.O.D. が高く夫々の廃水による影響が判然と認められ特に札内川が著しかつたが，十勝川本流，猿別川ではそれ程明らかな変化はなかつた。廃水流入期以外の各河川の C.O.D. は何れも低く，可溶性有機物の少ないことを示している。

（5） アンモニア性窒素（NH_3-N.）

NH_3-N. も澱粉，製糖両廃水流入期には各河川とも他の時期に較べて一般に増加の傾向が見られた。すなわち，札内川では製糖廃水流入後稍々増加が認められ特に下流に行くに従つて多い値を示した。又，音更川，途別川も澱粉工場操業期は相当の増加が認められた。これに対し，猿別川は澱粉工場操業期に他の河川と同様稍々増加の傾向は見られたが顕著ではなく殆んど変化はなかつた。これらの支流を併せる十勝川本流は10～12月の澱粉，製糖両工場操業期は

音更川合流後から稍々増加の傾向が見られ下流に行くに従つて多かつた。この各河川とも下流程一般に多い値を示したということは有機物の沈澱,分解の過程をあらわしているものであろう。又,両廃水流入期以外の各河川における NH_3-N. の含有量を見ると十勝川本流，札内川は一般に少なく殆んど痕跡程度の含有量であり，音更川，猿別川がこれより稍々多く途別川は本調査河川中最も含有量の多い河川のようであるが，最大の途別川でもこれを水質標準から見ると，Royal Commission の河川平均分析値より分類した，極めて清浄 0.04 ppm を僅かに超える程度であり，又廃水流入期の各河川中最大を拾つて見ても札内川の製糖廃水落口 1.916ppmを除き可成り清浄0.67ppmの程度である。然し，魚類生理の点から見るとBROCKWAYによればアンモニア性窒素は魚類の成長に対して抑制的に作用することが明らかであり，マスの場合 0.3ppm で大きな障害を与えるとしている。

k. 透 視 度



（6） 燐酸塩（P_2O_5）

P_2O_5 は澱粉工場操業期にはこの廃水の流入を受ける河川は他の時期に較べて明らかに増加が認められた。特に音更川，途別川は顕著でこの時期の含有量はかなりの著量を示した。又，猿別川，十勝川本流も同様増加の傾向は認められたがそれ程顕著な変化はなかつた。これに対し，製糖工場操業期の札内川はこれとは異つた変化が見られ注目された。すなわち，1959年は廃水流入後稍々増加が認められ正常な変化と思われたが，1960年は下流においてむしろ廃水流入前よりも減少の傾向が見られた。この現象は，吉住（1959）が斜里川で同じく製糖廃水流入後観察しているが，この場合は一時的なもので流下後間もなく増加に変じており，これを製糖廃水流入による懸濁物質と関係があるのではないかと考えた。然し，札内川の場合は1960年は1959年よりもむしろ懸濁物質は減少しており，この想定はあてはまらないし，これが究明は今後にまちたい。廃水流入期以外の各河川における P_2O_5 の含有量は途別川，音更川が多く，猿別川がこれに次ぎ，札内川，十勝川は一般に少ない。

（7） 蒸発残留物，熱灼減量

蒸発残留物は製糖廃水の影響を受けてその廃水流入期の札内川で明らかに増加が認められたが，他の河川では澱粉廃水流入時でもそれ程顕著な変化はなく，ただ僅かにこれらの時期に多少熱灼減量が増加する傾向が見られたことによつて若干の変化を知る程度であつた。河川に流入する廃水量に較べて各河川の水量が多く，いわゆる稀釈度が大きいためであろう。すなわち，札内川は製糖工場操業期に廃水流入後の札内川で稍々増加が認められ熱灼減量も多かつた。然し，1960年は前年に較べて廃水の含有量が少なく従つて河川に及ぼす影響も小さかつたことは廃水処理の改善によるものと考えられる。音更川，途別川も10～12月は他の時期に較べて概して多く熱灼減量も増加する傾向が見られたことは澱粉廃水の影響によるものであろう。これに対し，猿別川は一般にその含有量少なく変化域も小さかつたし，十勝川本流も融雪時に稍々多い値を示したがそれ以外は少なかつた。但し，猿別川河口十勝川合流点で1960年12月に稍々多かつたのは採水点上流で砂利採取をしていたためである。又，平常時における各河川毎にその含有量を見ると，途別川が最も多くて100ppm内外，十勝川，音更川，猿別川は通常100 ppm以下，札内川は極めて少なく50ppm内外を示した。現在のところ水産用水の水質標準では平常 150 ppm，最大1000ppmまで許容しているから，各河川とも大体平常値の範囲に止まるものと考えられる。

（8） 浮 游 物

浮游物は各河川とも一般に融雪時に多かつた他，札内川は製糖工場操業期にその廃水の影響により増加が認められた。すなわち，札内川は通常極めて少ない河川であるが，製糖廃水流入時には下流まで他の時期に較べてその含有量は多い値を示した。然し，1960年は前年に比較して廃水の浮游物も著しく減少しており従つて河川に対する影響も大きく減つていることが認められた。これは両年の12月における河口十勝川合流点の浮游物が1959年が54ppm，1960年は 8 ppmを示したことからも明らかであり，廃水処理設備の改善による効果であろう。その他の河川では，音更川，途別川が澱粉廃水流入時に稍々多い傾向があるように見られたが明らかではなく，十勝川，猿別川も前述のとおり融雪時に稍々多いが他の時期はそれ程顕著な変化は認められなかつた。但し，猿別川

河口，十勝川合流点で1960年12月に多い値を示したが，これは採水点上流で砂利採取をしていたためである。

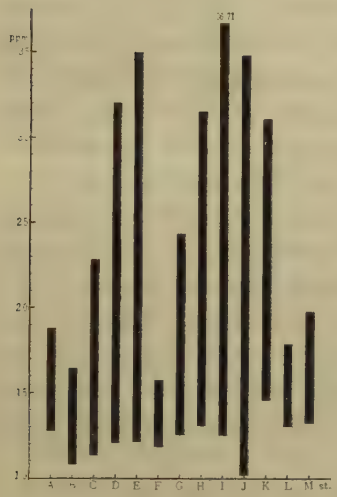
（9） 透 視 度

透視度は製糖廃水の影響を受ける札内川で廃水流入期に稍々低下が認められたが，他の河川では融雪時，降雨後等以外は常態における透視度は90%以上，上澄の透視度は95%以上を示した。すなわち，各河川毎について述べると，十勝川本流では常態における透視度が融雪時，降雨後等に90%より稍々低下することがあつたが他はすべて90%以上を示し，上澄の透視度は各地点とも95%以上を測定した。音更川，途別川，猿別川も平常の透視度は90%以上，上澄の透視度は95%以上を示した。但し，猿別川河口，十勝川合流点で1960年12月に稍々低かつたのは採水点上流で砂利採取を行なつていたため濁濁していたからである。札内川は降雨時に常態の透視度が80%台を測定した他はすべて95%以上で，上澄の透視度も勿論95%以上を示した。製糖工場操業期は廃水流入後，常態における透視度に低下が認められたがそれ程顕著ではなく上澄の透視度は何れも95%以上を測定した。又，1960年は前年に較べて廃水の透視度も高く従つて河川に対する影響も殆んど認められない程度であつた。一般に廃水の流入によつて透視度が低下することは通例であるが，十勝川水系の場合殆んど例外なく常態における透視度が90%以上を示し，札内川でも大きな低下を示さなかつたのは他の河川では見られない現象である。従つて，上澄と常態における透視度の差も札内川の一部を除きそれ程顕著ではなく，如何に十勝川水系が清澄であり許容量が大きいかということを示すものであろう。

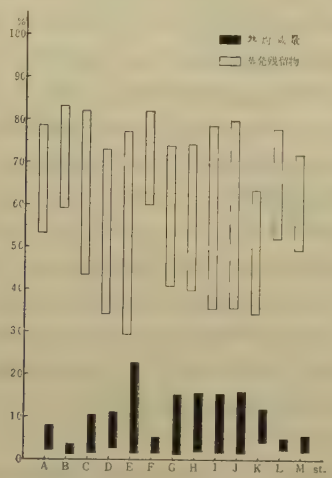
Ⅱ 底　　質

第3図 各地点における底質の変動域

a. C.O.D.



b. 蒸発残留物と熱灼減量



底質は有機物の影響を知るためC.O.D.及び蒸発残留物，熱灼減量の測定を行なつた。各河川の河底は十勝川が一般に砂利及び礫，札内川，音更川，猿別川では礫，砂礫，途別川は砂泥の所が多かつたが，澱粉，製糖廃水流入時の十勝川では千代田捕獲場，千代田大橋で水生菌の着生，流下が見られた他，音更川，途別川も澱粉操業期は水生菌の発生附着が認められその千切れの流下がかなり多かつた。札内川では更に顕著で製糖廃水操業期及びその後或る期間は廃水流入後の札内川でビートパルプ，ビート屑の他汚泥が相当多く認められ，水生菌の発生，流下も多かつた。但し，1960年は前年に較べてこれら製糖工場よりの廃棄物の流出がかなり減少していたようである。

（1） C.O.D.

C.O.D.は一般に澱粉，製糖両廃水流入時及びその後或る期間に亘つて各河川とも総体的に増加の傾向が明らかに認められた。すなわち，十勝川本流においては，水質において何等異常が認められなかつた十勝大橋でも10～12，3月には他の時期に較べて稍々高い値を示し，下流に行くに伴つてこの傾向が強く，従つて下流程変化域も大きかつた。この十勝大橋でもこれらの時期に稍々高い値を示したということは更に上流にも汚染源があることとをあらわすものであろう。音更川，途別川も澱粉工場操業期及びその後或る期間は明らかに増加が認められ澱粉廃水の影響をあらわしているが，途別川は底質の関係から一般に高い値を示した。これに対し，猿別川は澱粉廃水流入時に稍々増加の傾向は認められたが顕著ではなかつた。札内川は最も変化域が大きく製糖廃水流入時及びその後の或る期間はかなりの著量を示し，特に操業の進展に伴つて下流に及ぼす影響も大きく従つて下流程有機物に富む傾向が見られた。然し，1960年は前年に較べると廃水落口ではそれ程差はないが売買川合流点よ

り下流ではかなりの減少が認められた。これは浮游物の減少等からみて当然のことであろうし，廃水処理設備の改善によるものと考えられる。これらのことから，一般に廃水流入地点よりも下流に行くに従つて増加の傾向が見られたことは廃水の流入によつて河水に増加した浮游性有機物の沈澱，分解の経過をあらわしているものと考えられ，その及ぼす範囲の狭くないことを示すものであろう。

（2） 蒸発残留物，熱灼減量

一般に各河川とも澱粉，製糖両廃水流入時及びその後或る期間は他の時期に較べて，蒸発残留物は低下し，熱灼減量は増加する傾向が明らかに認められた。すなわち，十勝川では10～12，3月において他の時期と比較して稍々低下或いは増加が認められ，特に下流千代田捕獲場，千代田大橋ではこの傾向が強かつた。又，音更川，途別川も澱粉工場操業期は相当低下或いは増加が認められ，その後かなりの期間に亘つて異常な状態が観察された。これに対し，猿別川は澱粉工場操業期の10～12月に稍々低下或いは増加が認められたがそれ程明らかな変化はなかつた。又，札内川は製糖廃水の影響を受けるので特に顕著な変化を示し，廃水流入後の地点では製糖工場操業期及びその後かなりの期間に亘つて低下或いは増加が明らかに認められ特に下流の地点程この傾向が強かつた。然し，1960年は下流へ与える影響が相当減少していたが，これは屢々述べたように廃水処理設備の改善による効果であろう。蒸発残留物の低下，熱灼減量の増加は有機物の増加を示すものであるが，一般に下流程この傾向が強いことは，河川に流入する有機廃水の沈澱，分解の経過をあらわしているものと考えられる。

綜　　括

前述のとおり，十勝川水系の各河川における水質は平常時極めて清浄であり，各成分の変化域も小さかつた。すなわち，pH は略々中性前後であり，D.O. は豊富に含有され，B.O.D.，C.O.D. は低く，その他の成分にも有害なものは認められなかつた。一般にこれらの各河川は水量が豊富であつて河水の自浄作用も大きい上に周年を通じて排出される大きな廃水特に有機性廃水の存在しないことが，清浄を保つている理由であろう。然し，澱粉，製糖両工場操業期は各河川とも夫々の廃水流入の影響を受けて水質に異常が認められた。特に製糖廃水の影響を受ける札内川が最も顕著であり，澱粉工場操業期の音更川，途別川がこれに次ぐ。すなわち，これらの河川では B.O.D.，C.O.D. の増加が著るしく，有機性廃水流入の特徴が明瞭にあらわれており，又，浮游物，NH_3-N，P_2O_5 等も平常時に較べて増加の傾向がうかがわれた。但し，本調査河川中最も廃水の影響を受ける札内川で，1960年は前年に較べあらゆる点で水質の汚染が目立つて減少していることが注目された。これは製糖工場で1960年度より廃水処理のためシックナー，アクセレータ夫々一基を新設したことによるものと考えられる（実際に使用したのは11月以降）。一般に澱粉，製糖廃水のような有機性廃水は放流前かなり処理が加えられても，なお相当の有機溶解成分や浮游物を含み，これが汚水細菌の栄養源として利用されるのでいわゆる「水綿」の形成を全く阻止することは困難であろうが，製糖工場で新設した廃水処理設備が今後充分に活用されるならば札内川の水質は製糖工場操業期でも相当清浄になるものと期待される。これらの支流が流入する十勝川本流も両廃水流入期は概して各成分とも増加の傾向は見られたが顕著ではなく，従つて現在の処水産上汚染された状態とはいい得ないであろう。

次に底質について見ると水質よりも遙かに変化が顕著で澱粉，製糖両廃水流入による影響が明瞭に認められ，水質と同様に札内川が最もその影響が大きく音更川，途別川がこれに次いでいる。すなわち，これら廃水の流入によつて流入時は勿論であるが工場操業終了後も相当の期間に亘つて他の時期に較べて C.O.D.，熱灼減量は増加し，蒸発残留物は低下が見られたが，一般に下流に行くに従つてその傾向が強かつた。このことは下流程有機質に富むことを示すものであり，流入する有機性廃水の沈澱，分解の経過をあらわしているものと考えられ，その影響は単に流入地点附近のみに止まらず及ぼす範囲が相当に広いことを示すものであろう。これらの支流を併せる十勝川本流においても10～12月及び3月の観測において水質で何等異常を認めなかつた十勝大橋でも他の時期に較べて C.O.D.，熱灼減量は増加し，蒸発残留物は低下が見られ特に下流程この傾向が強かつた。十勝大橋でこの現象が見られたことは更に上流にも汚染源が存在することを示すものであろう。なお，札内川の底質については高安，尾崎（1957）の報告があるが，これによれば製糖廃水放流点以下の札内川河床には有機物を伴つた泥土の沈澱堆積が多く，下流に至る程ビート屑等の有機的成分の比率が多いことを指摘している。今回の調査でもこれと略々同様の傾向はうかがわれたが，当時に較べて工場より排出される廃棄物はかなり減少しており，特に

1960年は廃水処理設備の改善によりその効果をあげているように考えられ，従つて廃水流入後の札内川各地点における底質の悪化も相当程度の減少が認められた。以上述べたように底質の悪化は下流程一般に有機質に富むこと，水質よりも遙かに汚染の期間が長いこと等から見て廃水の影響はかなり大きいといわねばならず，底質の悪化が更に二次的な障害を水質に与えることも考えられ軽視できない。

要　　約

(1) 十勝川水系の十勝川本流，音更川，札内川，途別川，猿別川の帯広―幕別間における水質及び底質について主として澱粉，製糖廃水の影響に重点をおいて1959年5月より1961年3月に亘り定期的な観察調査を行なつた。

(2) 十勝川水系の各河川は一般に水量が豊富であつて河水の自浄作用も大きい上に周年を通じて排出される大きな廃水特に有機性廃水が存在しないので，平常時における水質は極めて清浄な状態にあり，各成分の変化域も小さかつた。

(3) 澱粉，製糖工場操業期は各河川とも夫々の廃水流入により季節的変化とは解されない水質の異常が認められた。特に製糖廃水の影響を受ける札内川が最も顕著であり，澱粉工場操業期の音更川，途別川がこれに次ぐが，これらの河川では有機性廃水流入の特徴が明瞭に認められ，C.O.D., B.O.D. の増加が著るしく又，浮游物，NH_3-N, P_2O_5 等も平常時に較べて増加の傾向がうかがわれた。これらの支流が流入する十勝川本流も両廃水流入期は概して可溶性有機物の増加の傾向は見られたが顕著ではなく，従つて現在のところ水産上汚染された状態には達していない。

(4) 底質は水質から見ると遙かに変化が顕著で澱粉，製糖廃水流入による影響が明瞭に認められ，水質と同様に札内川が最もその影響が大きく音更川，途別川がこれに次いでおり，これら廃水の流入によつて流入期は勿論であるが，工場操業終了後もかなりの期間に亘つて C.O.D., 熱灼減量は増加し，蒸発残留物は低下が見られしかも一般に下流程その傾向が強かつた。これらの支流を併せる十勝川本流においても10～12月及び3月に同様の傾向がうかがわれ特に水質で何等異常の認められなかつた十勝大橋でも他の時期に較べて C.O.D., 熱灼減量の増加，蒸発残留物の低下が見られたことは更に上流にも汚染源が存在することを示すものであろう。これらのことは下流程有機質に富むことを示すものであり，流入する有機性廃水の沈澱，分解の経過をあらわしているものと考えられ，その影響は単に流入地点附近のみに止まらず及ぼす範囲が相当に広いことを示すものであろう。以上のように底質の悪化が下流程一般に有機質に富むこと，水質よりも汚染の期間が遙かに長いこと等から見て廃水の影響はかなり大きいといわねばならず，又底質の悪化が更に二次的な障害を水質に与えることも考えられ軽視できない。

(5) 本調査河川中最も廃水の影響を受ける札内川の汚染状態が1960年は前年に較べて水質，底質ともあらゆる点でかなりの減少が見られ注目されたが，これは製糖工場で1960年度より廃水処理のためシックナー，アクセレータ夫々一基を新設したことによる効果と考えられ今後これが充分に活用されるならば札内川の水質は製糖工場操業期でもかなり改善されるものと期待される。

文　　献

(1) 五十嵐彦仁　1956：北海道における鉱工業排水と水産被害　札幌　楡書房
(2) 五十嵐彦仁他　1941：廃水試験（その三）澱粉工場廃液　北水試旬報　No. 484
(3) 川本信之　1958：魚類生理学から見た淡水養殖 I．三重大学水産学部紀要　Vol. 3, No. 1
(4) 岡本剛他　1955：澱粉廃水処理に関する研究　北海道　科学研究報告　No. 2
(5) 高安三次　1927：斜里川沿岸澱粉工場廃水の鮭鱒漁業に及ぼす影響　北水試旬報　No. 5, 6
(6) ――――　1931：帯広町における北海製糖株式会社廃液調査　北水試旬報　No. 122, 123
(7) 高安三次・尾崎豊志　1957：十勝川（並びに札内川）水質汚濁調査（第2報）　水孵復命書
(8) 吉住喜好　1958：北海道陸水の水質資料（IV）水孵研究報告　No. 13
(9) ――――　1959：斜里川水系の水質並びに底質の季節的変化について　水孵研究報告　No. 14
(10) ――――　1960：常呂川の水質並びに底質の季節的変化について　水孵研究報告　No. 15

附表　各地点における水質及び底質の分析結果

A 十勝川　　(1) 十勝大橋

採取年月日	1959 XII. 3	1960 III. 15	VI. 23	VIII. 30	X. 20	XI. 28	XII. 14	1961 III. 23
採取時刻	10.20a.m.	11.45a.m.	5.00p.m.	0.30p.m.	10.50a.m.	11.45a.m.	10.10a.m.	10.20a.m.
天候	曇	晴	〃	曇	〃	晴	〃	〃
気温 ℃	3.5	3.4	23.6	19.2	8.4	−0.1	2.5	5.1
水質								
水色	清	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
水温 ℃	4.1	2.5	16.7	16.9	8.0	1.0	0.1	3.0
水素イオン濃度 (pH)	7.0	6.8	7.0	7.1	7.0	6.8	6.8	7.0
溶存酸素量 (D.O.)cc/l.	8.38	9.28	6.56	6.10	8.03	9.40	9.50	8.93
D.O. 飽和度 %	91.53	97.12	95.61	89.36	96.63	94.36	93.10	94.68
B. O. D. ppm	0.65	1.46	1.13	0.64	2.10	2.23	1.45	0.81
C. O. D. 〃	1.45	2.50	1.90	1.22	1.75	1.73	1.40	1.65
塩素量 (Cl) 〃	8.03	8.60	6.19	8.26	8.60	8.60	9.29	8.94
珪酸塩 (SiO_2) 〃	16.20	18.10	16.80	20.60	24.30	24.20	24.70	25.80
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0.0028	0.0052	0.0036	0.0040	0.0152	0.0062	0.0026	0.0066
硫酸塩 (SO_3) 〃	4.20	9.24	7.56	8.40	7.56	5.04	4.20	5.88
カルシウム塩 (Ca) 〃	11.22	10.42	8.82	7.62	8.42	8.42	9.22	8.82
アンモニア性窒素 (NH_3-N.) 〃	0.014	0.008	0.014	0.00	0.028	0.00	0.00	0.00
亜硝酸性窒素 (NO_2-N.) 〃	tr	—	tr	tr	tr	—	—	—
硝酸性窒素 (NO_3-N.) 〃	tr	—	—	—	tr	—	tr	tr
鉄塩 (Fe) 〃	—	—	tr	—	—	—	—	tr
浮游物 〃	4	36	31	10	2	2	1	30
蒸発残留物 〃	86	108	98	94	92	86	77	118
熱灼残留物 〃	60	70	70	58	72	60	56	86
熱灼減量 〃	26	38	28	36	20	26	21	32
透視度(常態)%	97.4	91.6	92.6	95.7	94.8	96.2	97.2	96.8
〃 (上澄)〃	99.8	99.0	98.6	98.3	98.8	99.8	99.6	99.8
泥質								
C.O.D. mg/Drymud1g	12.79	14.71	14.11	13.08	18.79	17.58	15.02	16.59
蒸発残留物 %	78.60	65.14	71.43	65.79	53.14	56.90	64.44	59.95
熱灼減量 〃	2.12	2.74	2.50	3.05	5.62	7.98	4.05	6.10

B 十勝川　(2) 相生地先

採取年月日	1959 VI. 3	VIII. 6	X. 5	XI. 10	XII. 3	1960 III. 15	VI. 23	VIII. 30	X. 20	XI. 28	XII. 14	1961 III. 23
採取時刻	5. 45 p.m.	10. 35 a.m.	11. 15 a.m.	3. 30 p.m.	11. 20 a.m.	0. 40 p.m.	3. 55 p.m.	1. 20 p.m.	11. 55 a.m.	0. 40 p.m.	10. 55 a.m.	11. 20 a.m.
天候	曇	〃	晴	〃	曇	晴	〃	雨	曇	晴	〃	〃
気温 ℃	10. 8	21. 8	23. 0	4. 2	3. 0	4. 5	23. 8	21. 8	8. 6	1. 0	3. 6	6. 5
水質												
水色	稍々濁	清	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
水温 ℃	9. 7	14. 0	16. 4	10. 2	4. 1	4. 2	18. 3	17. 0	8. 2	1. 4	0. 2	4. 5
水素イオン濃度 (pH)	6. 8	6. 9	6. 7	6. 6	7. 1	6. 8	7. 4	7. 2	7. 1	7. 0	6. 8	7. 0
溶存酸素量 (D.O.) cc/l.	6. 72	6. 30	6. 15	5. 91	8. 65	9. 40	6. 67	6. 45	8. 03	9. 40	9. 27	8. 82
D. O. 飽和度 %	84. 11	87. 53	89. 06	74. 81	94. 44	102. 79	100. 58	94. 53	97. 04	95. 42	91. 04	97. 22
B. O. D. ppm				1. 92	0. 96	1. 62	1. 45	1. 13	2. 42	3. 50	1. 62	1. 53
C. O. D. 〃	2. 40	1. 30	1. 35	1. 62	1. 62	2. 17	1. 57	1. 22	2. 42	1. 90	1. 57	1. 65
塩素量 (Cl) 〃	6. 33	7. 00	7. 02	7. 02	8. 36	8. 08	6. 19	8. 26	8. 26	8. 60	8. 94	8. 94
珪酸塩 (SiO_2) 〃	18. 00	18. 30	18. 15	18. 00	17. 30	17. 60	16. 80	20. 40	24. 70	23. 90	24. 20	25. 30
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0. 0120	0. 0070	0. 0112	0. 0088	0. 0096	0. 0040	0. 0052	0. 0040	0. 0328	0. 0136	0. 0168	0. 0102
硫酸塩 (SO_3) 〃	9. 24	5. 04	11. 76	10. 08	7. 56	7. 56	7. 56	13. 44	5. 04	6. 72	4. 20	6. 72
カルシウム塩 (Ca) 〃	9. 62	10. 02	11. 62	12. 42	10. 82	11. 22	8. 42	8. 42	8. 42	10. 42	8. 82	9. 62
アンモニア性窒素 (NH_3-N.) 〃	0. 00	0. 00	0. 00	0. 026	0. 012	0. 00	0. 022	0. 00	0. 056	0. 00	0. 008	0. 00
亜硝酸性窒素 (NO_2-N.) 〃	—	—	tr	—	tr	—	—	tr	tr	—	+	tr
硝酸性窒素 (NO_3-N.) 〃	—	—	tr	tr	tr	—	—	—	tr	tr	tr	tr
鉄塩 (Fe) 〃	—	—	—	—	—	—	tr	—	—	—	—	—
浮游物 〃					15	24	12	10	9	3	8	2
蒸発残留物 〃	132	70	88	88	92	96	76	90	90	86	90	90
熱灼残留物 〃	98	52	61	68	59	60	54	56	62	55	66	64
熱灼減量 〃	34	18	27	20	33	36	22	34	28	31	24	26
透視度(常態)%	83. 3	98. 6	99. 6	99. 2	97. 7	92. 8	93. 7	96. 1	96. 3	95. 7	98. 0	96. 6
〃 (上澄)〃	98. 2	99. 7	99. 8	99. 8	99. 8	99. 6	98. 4	98. 3	98. 8	99. 8	99. 2	99. 8
泥質												
C.O.D. mg/Drymud1g	16. 23	13. 52	14. 86	16. 41			12. 53	11. 90	10. 87	15. 26	11. 96	12. 73
蒸発残留物 %	62. 45	74. 98	67. 31	59. 01			80. 03	81. 81	79. 51	63. 06	83. 17	75. 58
熱灼減量 〃	3. 29	1. 34	2. 79	3. 63			1. 35	1. 41	1. 13	2. 60	1. 34	1. 68

C 十勝川　　(3) 千代田捕獲場

採取年月日	1959 VI. 4	VIII. 5	X. 5	XI. 10	XII. 2	1960 III. 15	VI. 23	VIII. 30	X. 19	XI. 28	XII. 14	1961 III. 23
採取時刻	0. 45 p.m.	3. 05 p.m.	1. 10 p.m.	2. 45 p.m.	2. 45 p.m.	2. 40 p.m.	2. 55 p.m.	2. 40 p.m.	10. 35 a.m.	2. 40 p.m.	11. 50 a.m.	1. 05 p.m.
天候	曇	晴	〃	〃	曇	晴	〃	雨	晴	〃	〃	〃
気温 ℃	12. 9	24. 6	23. 4	6. 4	2. 8	6. 6	25. 2	22. 0	10. 8	1. 4	4. 6	6. 8
水質												
水色	稍々濁	清	〃	〃	〃	稍々濁	清	〃	〃	〃	〃	〃
水温 ℃	10. 1	20. 7	16. 0	6. 4	3. 7	4. 4	17. 2	18. 0	9. 7	1. 4	1. 2	4. 6
水素イオン濃度 (pH)	6. 9	7. 2	6. 8	7. 0	7. 0	6. 9	7. 0	7. 1	7. 1	6. 8	6. 8	7. 0
溶存酸素量 (D.O.)cc/l.	7. 14	6. 09	6. 62	7. 80	8. 54	9. 17	6. 56	6. 33	8. 02	8. 44	9. 27	8. 60
D. O. 飽和度 %	90. 15	96. 05	95. 04	90. 17	92. 27	100. 76	96. 54	94. 78	100. 44	85. 66	93. 52	94. 97
B. O. D. ppm				1. 46	0. 96	2. 10	1. 28	0. 96	2. 82	3. 31	2. 59	0. 65
C. O. D. 〃	2. 40	2. 20	2. 11	2. 47	3. 66	2. 83	1. 65	1. 22	2. 33	1. 65	1. 90	1. 48
塩素量 (Cl) 〃	6. 33	7. 67	6. 36	6. 36	8. 36	7. 81	6. 54	8. 60	8. 26	8. 26	9. 29	8. 94
珪酸塩 (SiO_2) 〃	17. 50	18. 60	17. 60	17. 70	17. 20	17. 30	14. 50	18. 70	23. 15	24. 40	24. 10	24. 50
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0. 0140	0. 0090	0. 0126	0. 0022	0. 0036	0. 0096	0. 0060	0. 0068	0. 0244	0. 0098	0. 0094	0. 0136
硫酸塩 (SO_3) 〃	8. 40	8. 40	11. 76	7. 56	5. 88	7. 56	10. 08	7. 56	5. 88	5. 88	5. 04	5. 88
カルシウム塩 (Ca) 〃	7. 62	9. 22	11. 62	10. 82	12. 02	11. 62	9. 62	7. 62	9. 22	8. 42	9. 22	9. 22
アンモニア性窒素 (NH_3-N.) 〃	0. 00	0. 00	0. 008	0. 026	0. 052	0. 006	0. 030	0. 014	0. 088	0. 008	0. 002	0. 028
亜硝酸性窒素 (NO_2-N.) 〃	−	tr	tr	+	+	−	−	tr	+	tr	+	−
硝酸性窒素 (NO_3-N.) 〃	−	−	tr	tr	+	−	−	−	+	tr	+	tr
鉄塩 (Fe) 〃	−	−	−	−	−	−	−	−	−	tr	−	−
浮游物 〃					20	36	20	8	10	2	20	14
蒸発残留物 〃	124	78	80	100	94	114	84	92	92	84	98	102
熱灼残留物 〃	96	60	50	72	66	74	60	58	70	56	66	68
熱灼減量 〃	28	18	30	28	28	40	24	34	22	28	32	34
透視度 (常態) %	83. 2	96. 7	96. 9	96. 2	96. 4	86. 8	93. 4	95. 6	95. 7	94. 8	98. 1	94. 3
〃 (上澄) 〃	98. 4	99. 0	99. 6	99. 8	99. 8	99. 0	98. 7	98. 8	98. 8	99. 6	99. 2	99. 6
泥質												
C.O.D. mg/Drymud1g				15. 30	18. 08	20. 76	13. 50	11. 61	11. 31	22. 80	11. 83	14. 13
蒸発残留物 %				63. 30	54. 13	47. 92	73. 91	82. 00	79. 24	43. 39	81. 84	64. 69
熱灼減量 〃				3. 33	4. 20	5. 12	1. 80	1. 70	1. 95	10. 54	1. 49	2. 81

D 十勝川　（4）千代田大橋

採取年月日	1959 VI. 4	VIII. 6	X. 5	XI. 10	XII. 3	1960 III. 16	VI. 23	VIII. 30	X. 19	XI. 28	XII. 13	1961 III. 22
採取時刻	3. 10 p.m.	0. 15 p.m.	2. 20 p.m.	2. 10 p.m.	0. 45 p.m.	1. 05 p.m.	2. 20 p.m.	3. 30 p.m.	0. 55 p.m.	3. 10 p.m.	1. 10 p.m.	1. 40 p.m.
天候	晴	曇	晴	〃	雨	雪	晴	雨	晴	〃	〃	曇
気温 ℃	13. 4	20. 8	19. 8	7. 2	3. 0	2. 5	25. 8	22. 4	13. 5	1. 4	1. 1	4. 1
水質												
水色	稍々濁	清	〃	〃	〃	稍々濁	清	〃	〃	〃	〃	〃
水温 ℃	11. 4	17. 5	15. 2	6. 2	4. 3	2. 8	16. 2	17. 5	10. 2	1. 4	2. 0	4. 1
水素イオン濃度 (pH)	6. 9	7. 2	6. 9	6. 9	7. 0	6. 9	7. 0	7. 1	7. 1	6. 9	7. 0	7. 0
溶存酸素量 (D.O.) cc/l.	6. 83	6. 35	6. 51	7. 48	8. 22	9. 05	6. 67	5. 99	8. 03	8. 76	9. 05	8. 71
D. O. 飽和度 %	88. 87	94. 11	91. 95	86. 08	90. 17	95. 49	96. 22	88. 77	101. 62	88. 91	93. 39	95. 06
B. O. D. ppm				0. 96	1. 05	1. 94	1. 29	0. 64	3. 23	3. 56	2. 26	1. 14
C. O. D. 〃	2. 20	2. 20	2. 11	2. 30	1. 70	2. 25	1. 57	1. 39	2. 08	2. 23	2. 14	1. 57
塩素量 (Cl) 〃	6. 67	7. 67	6. 36	7. 02	8. 03	8. 26	6. 54	8. 60	8. 94	8. 60	9. 29	9. 29
珪酸塩 (SiO_2) 〃	17. 10	18. 85	16. 90	16. 40	17. 00	15. 90	16. 15	20. 60	23. 10	23. 60	23. 90	26. 00
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0. 0170	0. 0120	0. 0184	0. 0044	0. 0040	0. 0104	0. 0070	0. 0068	0. 0328	0. 0078	0. 0134	0. 0114
硫酸塩 (SO_3) 〃	6. 72	7. 56	10. 08	8. 40	8. 40	10. 92	10. 08	6. 72	7. 56	5. 88	5. 04	5. 88
カルシウム塩 [illegible] (Ca) 〃	7. 21	10. 42	10. 02	9. 62	11. 62	10. 02	7. 21	8. 42	8. 42	8. 82	9. 22	8. 82
アンモニア性窒素 (NH_3-N.) 〃	0. 00	0. 00	0. 010	0. 018	0. 130	0. 006	0. 042	0. 016	0. 104	0. 012	0. 002	0. 004
亜硝酸性窒素 (NO_2-N.) 〃	tr	tr	tr	tr	+	−	−	−	tr	tr	tr	−
硝酸性窒素 (NO_3-N.) 〃	tr	−	tr	+	tr	−	tr	−	tr	tr	tr	tr
鉄塩 (Fe) 〃	−	−	−	−	−	−	tr	−	−	tr	tr	tr
浮游物 〃					5	38	26	14	14	4	12	12
蒸発残留物 〃	134	94	88	84	92	110	90	98	96	86	118	98
熱灼残留物 〃	96	61	57	59	62	73	66	59	72	58	84	72
熱灼減量 〃	38	33	31	25	30	37	24	39	24	28	34	26
透視度（常態）%	86. 6	95. 8	94. 6	95. 2	95. 8	88. 4	91. 4	94. 6	90. 8	94. 6	92. 8	93. 3
〃（上澄）〃	98. 7	98. 6	99. 3	99. 4	99. 8	98. 8	97. 8	97. 2	98. 9	99. 8	98. 6	99. 7
泥質												
C.O.D. mg/Drymud1g	15. 23	14. 72	14. 78	15. 49	32. 08	26. 51	16. 04	12. 16	18. 13	12. 96	18. 59	25. 11
蒸発残留物 %	64. 07	67. 41	67. 30	63. 91	34. 17	41. 85	62. 20	72. 96	51. 79	63. 47	54. 67	41. 97
熱灼減量 〃	3. 60	2. 60	2. 65	3. 75	7. 96	9. 19	3. 61	2. 58	4. 93	3. 60	4. 84	11. 24

E 音更川　十勝新橋

採取年月日	1959 X. 7	XI. 10	XII. 3	1960 III. 15	VI. 23	VIII. 30	X. 20	XI. 28	XII. 14	1961 III. 23
採取時刻	6.55 p.m.	4.00 p.m.	10.40 a.m.	0.05 p.m.	4.40 p.m.	0.45 p.m.	11.10 a.m.	0.05 p.m.	10.20 a.m.	10.35 a.m.
天候	晴	〃	曇	晴	〃	雨	曇	晴	〃	〃
気温 ℃	16.0	3.8	2.9	3.4	23.8	20.2	8.6	0.2	3.0	5.1
水質										
水色	稍々濁	清	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
水温 ℃	14.4	6.4	5.0	3.0	21.1	17.2	8.4	1.0	0.1	4.5
水素イオン濃度 (pH)	6.6	7.0	7.1	7.0	8.8	7.2	7.8	7.0	7.0	7.0
溶存酸素量 (D.O.) cc/l.	2.43	7.05	8.12	9.40	7.01	5.65	8.37	10.15	7.58	8.93
D. O. 飽和度 %	33.81	81.50	90.59	99.63	111.63	83.25	101.68	101.87	74.29	98.44
B. O. D. ppm	7.12	5.00	1.44	1.78	3.07	0.97	9.37	7.61	4.53	0.65
C. O. D. 〃	6.32	8.16	2.13	2.33	2.31	1.47	3.83	3.46	2.89	1.65
塩素量 (Cl) 〃	11.37	6.02	6.69	5.85	6.19	7.57	6.88	7.22	6.54	6.54
珪酸塩 (SiO_2) 〃	19.20	17.80	16.60	17.10	16.80	20.40	23.70	25.80	25.20	25.85
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0.1248	0.0206	0.0362	0.0116	0.0264	0.0308	0.2688	0.0364	0.1096	0.0128
硫酸塩 (SO_3) 〃	13.44	10.92	8.40	9.24	11.76	10.08	11.76	10.92	10.92	3.36
カルシウム塩 (Ca) 〃	14.03	11.62	12.42	12.02	12.42	11.62	9.62	10.82	12.83	10.82
アンモニア性窒素 (NH_3-N.) 〃	0.154	0.060	0.080	0.030	0.078	0.024	0.429	0.340	0.130	0.002
亜硝酸性窒素 (NO_2-N.) 〃	−	+	+	tr	tr	−	+	−	−	tr
硝酸性窒素 (NO_3-N.) 〃	−	tr	tr	tr	tr	tr	+	+	tr	tr
鉄塩 (Fe) 〃	+	−	−	−	−	tr	−	−	−	−
浮游物 〃			2	22	12	10	14	16	4	5
蒸発残留物 〃	150	90	90	98	86	100	112	116	104	91
熱灼残留物 〃	110	70	65	72	64	74	72	76	74	66
熱灼減量 〃	40	20	25	26	22	26	40	40	30	95
透視度 (常態) %	90.6	98.8	97.2	95.4	95.8	96.3	94.8	92.6	94.2	97.8
〃 (上澄) 〃	99.7	99.6	99.8	98.6	98.7	98.3	98.4	98.4	98.6	99.8
泥質										
C.O.D. mg/Drymud1g		15.31	12.27	13.26	14.06	13.48	13.13	35.03	18.96	18.31
蒸発残留物 %		62.22	77.17	69.53	69.43	66.18	70.30	29.32	52.17	53.43
熱灼減量 〃		3.34	1.55	2.14	2.25	3.24	2.26	22.75	5.76	5.38

F 札内川　（1）製糖工場排水路流入前

採取年月日	1959 VI. 3	VIII. 5	X. 5	XI. 10	XII. 2	1960 III. 15	VI. 23	VIII. 30	X. 20	XI. 28	XII. 13	1961 III. 22
採取時刻	11. 30 a.m.	10. 20 a.m.	9. 55 a.m.	10. 00 a.m.	9. 55 a.m.	10. 05 a.m.	10. 15 a.m.	11. 10 a.m.	10. 05 a.m.	10. 05 a.m.	10. 05 a.m.	9. 55 a.m.
天候	雨	晴	〃	〃	曇	晴	〃	雨	曇	晴	〃	〃
気温 ℃	11. 0	24. 4	22. 1	6. 8	1. 6	3. 2	25. 4	21. 0	7. 2	1. 0	2. 2	4. 5
水質												
水色	稍々濁	清	稍々濁	清	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
水温 ℃	9. 1	19. 3	14. 2	6. 2	4. 2	1. 1	13. 8	17. 6	10. 0	3. 9	2. 2	3. 1
水素イオン濃度 (pH)	6. 5	7. 0	6. 9	6. 8	6. 9	6. 6	6. 9	6. 8	7. 2	6. 8	6. 8	6. 7
溶存酸素量 (D.O.) cc/l.	7. 04	6. 30	6. 51	7. 58	8. 86	9. 62	7. 22	5. 82	8. 14	8. 76	9. 39	9. 27
D. O. 飽和度 %	86. 96	96. 77	90. 04	87. 23	96. 98	96. 92	97. 75	86. 53	102. 68	95. 09	97. 47	98. 55
B. O. D. ppm				0. 32	0. 82	1. 78	1. 78	0. 56	1. 91	1. 52	1. 93	1. 13
C. O. D. 〃	2. 40	1. 50	1. 86	1. 74	1. 53	1. 33	1. 90	0. 98	1. 42	1. 57	1. 57	0. 82
塩素量 (Cl) 〃	5. 00	4. 67	4. 68	4. 68	4. 68	4. 82	5. 16	5. 16	6. 19	5. 85	5. 16	4. 82
珪酸塩 (SiO_2) 〃	14. 30	14. 70	15. 00	14. 50	13. 35	13. 70	12. 80	15. 65	19. 20	18. 60	18. 50	19. 30
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0. 0120	0. 0040	0. 0056	0. 0052	0. 0008	0. 0028	0. 0006	0. 0006	0. 0128	0. 0020	0. 0028	0. 0028
硫酸塩 (SO_3) 〃	4. 20	5. 04	5. 04	3. 36	8. 40	4. 20	3. 36	5. 04	3. 36	4. 20	5. 04	4. 20
カルシウム塩 (Ca) 〃	6. 81	8. 02	6. 81	8. 42	8. 82	8. 02	6. 41	9. 62	8. 02	7. 21	7. 62	7. 21
アンモニア性窒素 (NH_3-N.) 〃	0. 00	0. 00	0. 030	0. 00	0. 00	0. 008	0. 00	0. 00	0. 054	0. 00	0. 002	0. 00
亜硝酸性窒素 (NO_2-N.) 〃	—	tr	tr	tr	tr	—	—	tr	—	—	tr	—
硝酸性窒素 (NO_3-N.) 〃	—	—	—	tr	tr	tr	—	—	—	tr	tr	tr
鉄塩 (Fe) 〃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
浮游物 〃					1	20	1	4	1	2	2	2
蒸発残留物 〃	138	50	121	54	42	54	32	50	42	46	50	40
熱灼残留物 〃	109	26	94	38	28	30	18	31	26	32	38	22
熱灼減量 〃	29	24	27	16	14	24	14	19	16	14	12	18
透視度（常態） %	80. 8	99. 1	88. 6	98. 4	98. 4	97. 6	98. 2	97. 0	98. 2	96. 7	96. 8	98. 7
〃（上澄） 〃	98. 4	99. 8	99. 8	99. 2	99. 7	99. 4	98. 9	98. 8	99. 2	99. 4	99. 8	99. 8
泥質												
C.O.D. mg/Drymud1g	15. 79	13. 92	13. 45	13. 98	12. 00	12. 47	12. 36	11. 80	12. 08	15. 15	13. 40	13. 97
蒸発残留物 %	65. 20	70. 12	74. 34	69. 28	81. 57	74. 36	82. 02	72. 88	74. 18	65. 29	74. 02	60. 06
熱灼減量 〃	3. 15	2. 02	1. 83	2. 14	2. 67	1. 66	1. 89	1. 57	1. 98	2. 50	1. 67	5. 26

G 札 内 川　　(2) 製糖工場排水路落口

採取年月日	1959 VI. 3	VIII. 5	X. 5	XI. 10	XII. 2	1960 III. 15	VI. 23	VIII. 30	X. 20	XI. 28	XII. 13	1961 III. 22
採取時刻	11.50 a.m.	10.45 a.m.	10.10 a.m.	10.15 a.m.	10.10 a.m.	10.20 a.m.	10.05 a.m.	11.20 a.m.	9.55 a.m.	9.55 a.m.	9.55 a.m.	10.05 a.m.
天候	雨	晴	〃	〃	曇	晴	〃	雨	曇	晴	〃	〃
気温 ℃	11.0	23.4	22.1	7.0	2.0	3.2	25.4	19.2	7.2	1.0	4.4	4.5
水質												
水色	稍々濁	清	〃	汚褐泥濁	〃	稍々濁	清	泥濁	汚黄泥濁	〃	汚褐濁	泥濁
水温 ℃	8.7	19.6	13.7	16.4	20.0	3.4	8.7	14.6	18.6	18.3	16.4	6.2
水素イオン濃度 (pH)	6.6	6.9	6.6	9.6	9.6	8.2	6.5	7.0	10.2	8.4	9.3	7.0
溶存酸素量 (D.O.) cc/l.	7.04	4.83	6.30	6.51	1.71	8.37	7.24	5.65	4.75	3.63	3.51	5.54
D.O. 飽和度 %	86.11	74.65	86.30	94.35	26.62	89.75	88.56	78.83	72.06	54.77	50.81	63.74
B. O. D. ppm				255.46	415.08	1.77	2.58	0.97	75.15	191.73	369.37	20.78
C. O. D. 〃	2.10	1.20	1.77	460.00	915.50	1.83	2.39	1.71	291.60	280.38	362.86	11.13
塩素量 (Cl) 〃	5.00	4.67	5.35	23.42	19.74	6.88	6.54	7.91	7.57	202.96	295.15	9.29
珪酸塩 (SiO_2) 〃	14.50	15.55	15.00	17.90	40.50	15.00	14.20	20.30	28.20	25.80	27.85	23.80
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0.0150	0.0050	0.0092	0.1376	0.1336	0.0192	0.0004	0.0532	0.1376	0.0246	0.0212	0.0100
硫酸塩 (SO_3) 〃	4.20	4.20	6.72	47.04	54.60	6.72	3.36	8.40	31.08	84.00	52.08	14.28
カルシウム塩 (Ca) 〃	6.01	8.02	10.82	84.97	70.54	12.83	10.02	13.63	34.07	66.53	90.98	44.09
アンモニア性窒素 (NH_3-N.) 〃	0.00	0.00	0.00	0.642	1.916	0.030	0.00	0.00	0.104	1.024	0.328	1.076
亜硝酸性窒素 (NO_2-N.) 〃	−	tr	−	++	−	+	+	−	−	tr	tr	++
硝酸性窒素 (NO_3-N.) 〃	tr	−	−	+	−	+	+	+	−	−	−	+
鉄塩 (Fe) 〃	−	−	−	+	+	−	−	+	tr	+	+	tr
浮游物 〃				1,726	5,758	334	2	295	468	140	254	176
蒸発残留物 〃	161	57	62	2,286	6,882	452	62	378	1,044	1,260	1,456	436
熱灼残留物 〃	128	34	42	1,589	4,222	398	38	308	526	790	1,030	182
熱灼減量 〃	33	23	20	697	2,660	54	24	70	518	470	426	254
透視度 (常態) %	78.3	98.8	95.2	3.4	0.2	87.0	98.4	56.6	10.4	16.7	44.4	64.6
〃 (上澄) 〃	98.4	99.7	99.8	82.8	52.4	98.6	99.0	97.2	64.3	57.8	88.2	80.8
泥質												
C.O.D. mg/Drymud1g	14.02	14.17	13.99	15.18	19.63	12.55	22.48	19.05	24.35	23.57	17.08	18.70
蒸発残留物 %	71.52	69.99	71.85	65.91	59.13	73.91	46.99	47.70	40.76	45.86	59.51	47.74
熱灼減量 〃	1.75	2.51	2.61	5.41	7.33	1.27	7.45	5.30	15.30	9.70	6.40	5.63

H 札内川　（3）売買川合流点

採取年月日	1959 VI. 3	VIII. 5	X. 5	XI. 10	XII. 2	1960 III. 15	VI. 23	VIII. 30	X. 20	XI. 28	XII. 13	1961 III. 22
採取時刻	0. 20 p.m.	11. 15 a.m.	10. 30 a.m.	10. 40 a.m.	10. 50 a.m.	10. 45 a.m.	10. 35 a.m.	11. 35 a.m.	10. 25 a.m.	10. 25 a.m.	10. 25 a.m.	10. 25 a.m.
天候	雨	晴	〃	〃	曇	晴	〃	雨	曇	晴	〃	〃
気温 ℃	11.0	25.2	23.0	7.4	2.6	1.9	25.2	19.2	7.8	1.0	2.6	4.5
水質												
水色	稍々濁	清	〃	稍々濁	汚灰濁	清	〃	〃	〃	〃	〃	〃
水温 ℃	8.9	20.5	14.8	7.0	5.0	2.0	15.2	17.8	10.1	3.2	2.4	4.0
水素イオン濃度 (pH)	6.6	7.1	6.9	9.2	9.2	6.6	6.9	7.0	9.0	7.0	7.0	6.8
溶存酸素量 (D.O.) cc/l.	7.14	5.93	6.72	7.58	8.33	9.28	7.01	5.94	7.58	9.18	8.71	9.16
D. O. 飽和度 %	87.82	93.28	94.12	88.97	92.97	95.79	99.02	88.60	95.67	97.81	90.89	99.70
B. O. D. ppm				7.94	16.70	1.62	1.46	0.24	7.83	6.77	9.70	0.57
C. O. D. 〃	2.10	1.70	1.60	14.96	22.60	1.67	2.06	1.06	4.83	6.60	7.83	1.07
塩素量 (Cl) 〃	4.67	4.67	5.02	4.68	5.35	4.82	5.50	5.85	5.50	10.32	9.98	5.50
珪酸塩 (SiO_2) 〃	14.60	15.55	14.85	15.30	16.10	13.70	12.85	15.70	19.30	18.90	18.50	19.40
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0.0185	0.0070	0.0076	0.0072	0.0122	0.0096	0.0004	0.0012	0.0088	0.0004	0.0038	0.0120
硫酸塩 (SO_3) 〃	4.20	4.20	5.88	8.40	13.44	5.04	3.36	4.20	6.72	5.88	6.72	4.20
カルシウム塩 (Ca) 〃	6.01	7.21	9.22	12.42	14.03	13.63	7.21	10.82	7.62	8.82	12.02	12.02
アンモニア性窒素 (NH_3-N.) 〃	0.00	0.00	0.00	0.010	0.118	0.016	0.00	0.00	0.056	0.038	0.018	0.00
亜硝酸性窒素 (NO_2-N.) 〃	—	tr	—	+	—	tr	—	tr	—	tr	+	++
硝酸性窒素 (NO_3-N.) 〃	—	—	—	tr	—	tr	—	—	—	tr	tr	+
鉄塩 (Fe) 〃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	tr	tr	—
浮游物 〃					140	44	4	4	14	22	18	2
蒸発残留物 〃	164	57	66	88	214	82	39	52	74	66	80	44
熱灼残留物 〃	128	36	48	66	142	60	24	35	40	38	58	24
熱灼減量 〃	36	21	18	22	72	22	15	17	34	28	22	20
透視度（常態）%	78.8	98.7	94.7	80.4	78.8	94.2	96.3	97.6	93.8	95.0	93.6	97.6
〃（上澄）〃	97.6	99.8	99.8	96.0	98.7	99.6	98.2	99.1	98.6	99.2	98.9	99.6
泥質												
C.O.D. mg/Drymud1g	17.17	13.36	13.53	14.79	28.90	31.57	16.85	13.11	21.09	17.81	18.13	24.80
蒸発残留物 %	59.33	73.45	74.31	65.85	46.27	39.77	59.50	68.93	45.55	54.94	53.67	41.64
熱灼減量 〃	5.53	2.00	1.93	3.36	10.71	15.28	6.29	2.44	4.24	4.00	4.19	15.64

I 札内川　　札内橋

採取年月日	1959 VI. 3	VIII. 5	X. 5	XI. 10	XII. 2	1960 III. 16	VI. 23	VIII. 30	X. 19	XI. 29	XII. 13	1961 III. 22
採取時刻	1. 55 p.m.	0. 15 p.m.	5. 20 p.m.	11. 20 a.m.	11. 45 a.m.	10. 25 a.m.	11. 15 a.m.	6. 35 p.m.	3. 05 p.m.	10. 50 a.m.	11. 00 a.m.	10. 50 a.m.
天候	曇	晴	〃	〃	雪	曇	晴	〃	〃	〃	〃	〃
気温 ℃	13. 2	26. 3	15. 6	7. 8	4. 8	2. 0	24. 4	22. 6	12. 1	1. 3	3. 8	6. 1

水質

水色	稍々濁	清	〃	稍々濁	汚灰色	稍々濁	清	〃	〃	稍々濁	清	〃
水温 ℃	9. 7	22. 0	14. 8	7. 6	5. 2	2. 0	16. 2	19. 2	13. 2	4. 0	2. 4	3. 8
水素イオン濃度 (pH)	6. 7	7. 0	6. 9	7. 1	9. 2	6. 7	6. 9	6. 8	7. 0	7. 0	6. 8	8. 6
溶存酸素量 (D.O.) cc/l.	6. 98	6. 20	6. 09	7. 48	8. 01	9. 06	6. 90	5. 48	7. 35	8. 65	8. 60	9. 16
D. O. 飽和度 %	87. 39	100. 24	85. 29	89. 15	89. 90	93. 50	99. 53	84. 07	99. 50	94. 13	89. 72	99. 24
B. O. D. ppm				1. 30	19. 71	1. 79	1. 29	1. 69	3. 60	5. 49	7. 75	0. 73
C. O. D. 〃	2. 10	1. 80	1. 69	3. 24	22. 96	1. 58	2. 47	1. 22	3. 50	3. 79	4. 12	1. 15
塩素量 (Cl) 〃	5. 00	5. 00	5. 35	5. 02	5. 02	4. 82	5. 16	5. 85	5. 85	8. 60	6. 19	5. 16
珪酸塩 (SiO_2) 〃	14. 50	16. 10	15. 00	14. 65	15. 60	13. 20	12. 50	20. 60	19. 30	17. 60	18. 80	19. 10
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0. 0160	0. 0125	0. 0188	0. 0068	0. 0114	0. 0124	0. 0008	0. 0120	0. 0080	0. 0002	0. 0036	0. 0410
硫酸塩 (SO_3) 〃	5. 88	6. 72	588	9. 24	16. 80	5. 04	3. 36	2. 52	5. 04	6. 72	6. 72	5. 88
カルシウム塩 (Ca) 〃	6. 41	8. 02	7. 62	9. 62	13. 63	9. 22	6. 81	10. 02	10. 02	11. 22	8. 82	13. 23
アンモニア性窒素 (NH_3-N.) 〃	0. 00	0. 004	0. 050	0. 040	0. 034	0. 016	0. 002	0. 028	0. 220	0. 080	0. 00	0. 00
亜硝酸性窒素 (NO_2-N.) 〃	−	tr	−	tr	−	tr	−	+	−	+	−	++
硝酸性窒素 (NO_3-N.) 〃	−	tr	tr	tr	−	tr	−	+	−	tr	tr	+
鉄塩 (Fe) 〃	−	−	−	−	−	−	tr	−	−	−	−	tr
浮游物 〃					86	58	9	16	12	46	14	24
蒸発残留物 〃	140	70	52	70	184	96	43	62	74	96	74	68
熱灼残留物 〃	118	34	30	50	119	70	27	41	46	50	54	48
熱灼減量 〃	22	36	22	20	65	26	16	21	28	46	20	20
透視度 (常態) %	77. 3	96. 8	96. 4	83. 2	91. 8	87. 3	94. 2	95. 8	92. 7	89. 6	94. 4	93. 6
〃 (上澄) 〃	98. 1	98. 3	99. 8	97. 0	97. 8	99. 4	98. 2	99. 1	98. 7	98. 4	98. 8	99. 8

泥質

C.O.D. mg/Drymud1g	15. 60	12. 98	12. 52	14. 36	36. 71	30. 88	14. 81	12. 72	20. 24		15. 67	22. 54
蒸発残留物 %	65. 31	77. 29	78. 61	68. 53	37. 30	35. 43	68. 06	67. 68	47. 71		63. 49	41. 75
熱灼減量 〃	3. 10	2. 71	1. 68	2. 95	14. 64	15. 57	2. 74	2. 22	6. 62		4. 34	7. 49

J 札内川　（5）十勝川合流点

採取年月日	1959 VI. 3	VIII. 5	X. 5	XI. 10	XII. 2	1960 III. 16	VI. 23	VIII. 30	X. 19	XI. 29	XII. 13	1961 III. 22
採取時刻	2. 40 p.m.	1. 05 p.m.	4. 25 p.m.	0. 05 p.m.	0. 25 p.m.	11. 05 a.m.	11. 55 a.m.	5. 30 p.m.	2. 30 p.m.	11. 45 a.m.	11. 30 a.m.	11. 45 a.m.
天候	曇	晴	〃	〃	雪	曇	晴	〃	〃	〃	〃	〃
気温 ℃	11. 6	26. 8	18. 0	8. 8	2. 2	1. 4	24. 8	22. 8	11. 0	1. 0	3. 0	7. 4
水質												
水色	稍々濁	清	〃	稍々濁	汚灰色	稍々濁	清	〃	〃	〃	〃	〃
水温 ℃	10. 0	22. 8	16. 7	7. 6	5. 7	2. 5	17. 6	19. 4	12. 4	3. 4	2. 1	5. 0
水素イオン濃度 (pH)	6. 8	7. 1	6. 9	7. 0	8. 8	6. 7	6. 9	7. 0	7. 0	6. 8	6. 7	6. 9
溶存酸素量 (D.O.) cc/l.	6. 93	5. 72	6. 30	7. 26	7. 80	8. 72	6. 67	5. 77	7. 01	8. 76	8. 48	8. 37
D. O. 飽和度 %	87. 39	93. 81	91. 84	86. 53	88. 60	91. 19	99. 09	88. 86	93. 22	93. 86	87. 80	93. 38
B. O. D. ppm				3. 23	13. 37	1. 46	1. 61	0. 32	3. 29	5. 17	6. 63	0. 97
C. O. D. 〃	2. 30	2. 00	1. 60	3. 24	18. 88	1. 67	2. 14	0. 98	2. 83	2. 81	3. 46	1. 55
塩素量 (Cl) 〃	5. 00	5. 00	5. 69	5. 02	5. 02	4. 82	5. 16	5. 85	9. 29	6. 88	6. 19	5. 50
珪酸塩 (SiO_2) 〃	14. 20	15. 20	14. 90	15. 20	16. 00	14. 20	13. 20	16. 10	19. 60	18. 90	19. 90	20. 00
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0. 0160	0. 0130	0. 0104	0. 0070	0. 0092	0. 0092	0. 0016	0. 0020	0. 0024	0. 0006	0. 0072	0. 0306
硫酸塩 (SO_3) 〃	5. 88	6. 72	7. 56	8. 40	10. 08	5. 04	3. 36	5. 04	5. 88	5. 04	5. 88	5. 88
カルシウム塩 (Ca) 〃	7. 62	8. 02	8. 82	10. 02	12. 02	10. 02	7. 21	8. 02	10. 02	10. 02	18. 04	12. 42
アンモニア性窒素 (NH_3-N.) 〃	0. 00	0. 00	0. 00	0. 034	0. 014	0. 030	0. 002	0. 00	0. 192	0. 076	0. 030	0. 020
亜硝酸性窒素 (NO_2-N.) 〃	−	tr	−	+	−	+	−	−	−	tr	tr	+
硝酸性窒素 (NO_3-N.) 〃	−	−	tr	tr	−	tr	−	−	−	tr	tr	+
鉄塩 (Fe) 〃	−	−	tr	−	−	−	−	−	−	+	tr	−
浮游物 〃					54	30	8	12	18	8	8	10
蒸発残留物 〃	182	68	66	74	122	72	50	52	72	62	78	70
熱灼残留物 〃	156	38	40	54	71	48	32	31	48	40	52	50
熱灼減量 〃	26	30	26	20	51	24	18	21	24	22	26	20
透視度（常態）%	82. 2	96. 4	94. 2	83. 6	86. 0	90. 7	95. 8	95. 1	94. 6	95. 6	92. 0	96. 2
〃（上澄）〃	98. 1	99. 4	99. 8	98. 8	98. 0	98. 8	98. 1	98. 8	98. 8	99. 2	98. 6	99. 8
泥質												
C.O.D. mg/Drymud1g	14. 52	14. 23	13. 90	15. 44	29. 09	34. 85	17. 21	9. 77	13. 25	15. 20	16. 98	13. 28
蒸発残留物 %	70. 19	71. 97	70. 40	64. 81	35. 85	35. 58	58. 90	84. 78	70. 86	63. 67	59. 23	68. 43
熱灼減量 〃	2. 62	2. 14	2. 17	2. 87	8. 65	16. 01	3. 90	1. 60	2. 66	2. 57	3. 25	3. 17

K 途別川　　新途別橋

採取年月日	1959 Ⅶ. 3	1960 Ⅲ. 16	Ⅵ. 23	Ⅷ. 30	Ⅹ. 19	Ⅺ. 29	Ⅻ. 13	1961 Ⅲ. 22
採取時刻	1. 40p.m.	11. 40a.m.	0. 30p.m.	4. 25p.m.	1. 45p.m.	0. 25p.m.	0. 10p.m.	0. 25p.m.
天候	雨	曇	雨	曇	〃	晴	〃	〃
気温 ℃	3. 6	3. 5	25. 2	23. 0	11. 2	1. 0	3. 2	8. 5
水質								
水色	清	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
水温 ℃	6. 5	5. 0	8. 1	17. 1	11. 4	3. 4	4. 2	7. 5
水素イオン濃度 (pH)	6. 9	6. 8	7. 0	7. 0	6. 9	6. 8	7. 0	7. 0
溶存酸素量 (D.O.) cc/l.	7. 16	8. 26	7. 01	5. 54	3. 28	8. 12	8. 70	7. 58
D. O. 飽和度 %	82. 92	92. 20	84. 58	81. 44	42. 69	87. 00	95. 23	90. 10
B. O. D. ppm	0. 81	1. 46	2. 10	0. 96	8. 72	3. 47	2. 43	0. 65
C. O. D. 〃	1. 62	3. 00	2. 23	1. 80	5. 41	2. 89	2. 31	1. 65
塩素量 (Cl) 〃	7. 69	7. 22	7. 22	8. 60	8. 26	8. 26	8. 26	6. 88
珪酸塩 (SiO_2) 〃	17. 00	16. 50	14. 60	20. 80	24. 50	23. 50	23. 50	23. 15
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0. 0100	0. 0208	0. 0136	0. 0164	0. 1776	0. 0234	0. 0220	0. 0188
硫酸塩 (SO_3) 〃	7. 56	10. 92	10. 92	7. 56	10. 92	7. 56	11. 76	3. 36
カルシウム塩 (Ca) 〃	12. 83	13. 23	11. 62	13. 23	14. 43	13. 63	14. 03	13. 63
アンモニア性窒素 (NH_3-N.) 〃	0. 122	0. 136	0. 098	0. 00	0. 744	0. 156	0. 120	0. 00
亜硝酸性窒素 (NO_2-N.) 〃	++	tr	+	tr	tr	tr	tr	tr
硝酸性窒素 (NO_3-N.) 〃	+	tr	+	tr	tr	+	+	+
鉄塩 (Fe) 〃	−	−	tr	tr	−	tr	tr	−
浮游物 〃	2	16	30	22	36	8	10	4
蒸発残留物 〃	84	100	110	108	124	104	110	92
熱灼残留物 〃	64	74	79	74	86	68	74	68
熱灼減量 〃	20	26	31	34	38	36	36	24
透視度（常態） %	95. 0	94. 1	93. 2	95. 2	93. 6	95. 8	92. 6	95. 0
〃（上澄） 〃	99. 8	97. 8	98. 3	98. 4	98. 7	99. 8	98. 2	99. 0
泥質								
C.O.D. mg/Drymud1g	20. 63	14. 61	31. 16	18. 74	22. 19	23. 77	16. 34	15. 94
蒸発残留物 %	50. 56	63. 48	34. 25	51. 96	44. 97	41. 40	61. 20	61. 07
熱灼減量 〃	5. 28	4. 11	12. 04	6. 47	8. 81	9. 67	4. 33	4. 09

L 猿別川　（1）止若橋

採取年月日	1959 VI. 4	VII. 5	X. 5	XI. 10	XII. 2	1960 III. 16	VI. 23	VIII. 30	X. 19	XI. 29	XII. 13	1961 III. 22
採取時刻	3. 35 p.m.	2. 30 p.m.	3. 35 p.m.	1. 05 p.m.	2. 10 p.m.	11. 55 a.m.	1. 00 p.m.	4. 05 p.m.	0. 40 p.m.	0. 45 p.m.	0. 30 p.m.	0. 45 p.m.
天候	晴	〃	〃	〃	曇	〃	晴	曇	晴	〃	〃	〃
気温 ℃	13. 8	25. 1	20. 1	8. 2	3. 1	3. 5	25. 6	22. 8	15. 2	3. 4	3. 2	8. 5
水質												
水色	清	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
水温 ℃	12. 3	21. 5	16. 3	7. 4	4. 7	3. 5	17. 1	17. 9	11. 2	2. 0	2. 4	5. 8
水素イオン濃度 (pH)	6. 9	7. 2	6. 8	6. 8	6. 9	6. 8	6. 8	6. 8	6. 8	6. 8	6. 8	6. 8
溶存酸素量 (D.O.) cc/l.	6. 72	5. 78	6. 51	6. 94	8. 93	8. 60	6. 56	5. 65	7. 35	9. 08	8. 59	8. 03
D. O. 飽和度 %	89. 24	92. 55	94. 08	82. 33	99. 05	92. 40	96. 46	84. 46	95. 21	93. 68	89. 66	91. 41
B. O. D. ppm				0. 32	0. 81	2. 60	1. 29	0. 32	2. 65	2. 26	1. 62	0. 81
C. O. D. 〃	2. 20	1. 80	2. 36	2. 38	1. 45	3. 00	1. 57	1. 39	2. 17	1. 73	1. 48	1. 65
塩素量 (Cl) 〃	7. 33	8. 67	7. 36	7. 69	8. 36	9. 29	7. 22	8. 94	10. 32	9. 63	9. 29	10. 66
珪酸塩 (SiO_2) 〃	16. 50	17. 90	17. 30	16. 50	15. 85	16. 30	15. 10	19. 30	23. 40	22. 30	23. 10	24. 50
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0. 0090	0. 0120	0. 0296	0. 0112	0. 0104	0. 0186	0. 0080	0. 0118	0. 0688	0. 0046	0. 0108	0. 0136
硫酸塩 (SO_3) 〃	5. 04	6. 72	8. 40	5. 88	5. 88	8. 40	6. 72	7. 56	8. 40	5. 04	5. 04	5. 04
カルシウム塩 (Ca) 〃	8. 02	8. 42	7. 62	8. 42	10. 42	9. 22	7. 21	8. 42	8. 02	8. 02	9. 22	8. 82
アンモニア性窒素 (NH_3-N.) 〃	0. 00	0. 004	0. 026	0. 034	0. 020	0. 026	0. 022	0. 018	0. 308	0. 040	0. 030	0. 008
亜硝酸性窒素 (NO_2-N.) 〃	−	−	tr	tr	tr	tr	tr	tr	++	−	+	−
硝酸性窒素 (NO_3-N.) 〃	tr	tr	tr	tr	+	tr	tr	tr	+	+	tr	tr
鉄塩 (Fe) 〃	−	tr	−	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
浮游物 〃					15	20	29	8	27	4	10	4
蒸発残留物 〃	74	88	86	76	76	88	80	74	101	74	80	82
熱灼残留物 〃	48	54	57	51	55	60	57	46	63	48	48	56
熱灼減量 〃	26	34	29	25	21	28	23	28	44	26	32	26
透視度（常態） %	95. 7	97. 0	94. 7	94. 8	95. 4	92. 2	94. 8	95. 7	95. 0	96. 2	96. 2	95. 6
〃（上澄） 〃	99. 4	98. 8	99. 8	99. 8	99. 6	98. 4	98. 3	98. 2	98. 7	99. 0	99. 0	99. 4
泥質												
C.O.D. mg/Drymud1g	14. 37	17. 68	13. 05	15. 76	17. 66	15. 88	14. 89	14. 04	15. 72	17. 88	12. 90	16. 08
蒸発残留物 %	69. 04	56. 42	75. 84	61. 10	58. 15	60. 67	67. 00	63. 19	60. 09	52. 02	77. 95	58. 84
熱灼減量 〃	2. 32	4. 99	4. 00	4. 12	4. 47	4. 37	2. 80	2. 77	4. 02	3. 98	2. 69	4. 71

M 猿別川　（2）十勝川合流点

採取年月日	1959 VI. 4	VIII. 6	X. 5	XI. 10	XII. 3	1960 III. 16	VI. 23	VIII. 30	X. 19	XI. 29	XII. 13	1961 III. 22
採取時刻	2. 45 p.m.	0. 40 p.m.	2. 40 p.m.	1. 50 p.m.	1. 05 p.m.	1. 35 p.m.	2. 00 p.m.	3. 45 p.m.	1. 15 p.m.	1. 55 p.m.	1. 20 p.m.	1. 55 p.m.
天候	晴	曇	晴	〃	雨	雪	晴	雨	晴	〃	〃	曇
気温 °C	13. 6	22. 0	19. 6	6. 8	3. 1	2. 6	26. 0	22. 8	13. 5	2. 4	1. 1	6. 5
水質												
水色	清	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	泥濁	清
水温 °C	12. 2	17. 7	16. 2	7. 4	4. 9	3. 5	18. 0	17. 8	10. 5	1. 3	2. 2	6. 1
水素イオン濃度 (pH)	6. 9	6. 8	6. 8	6. 8	6. 8	6. 8	6. 8	6. 8	7. 0	6. 8	6. 8	6. 8
溶存酸素量 (D.O.) cc/l.	6. 62	5. 88	6. 09	6. 94	7. 80	8. 49	6. 22	5. 66	7. 40	8. 86	8. 48	7. 91
D. O. 飽和度 %	87. 62	87. 50	87. 88	82. 33	86. 82	91. 15	93. 07	84. 41	94. 31	89. 72	88. 05	90. 87
B. O. D. ppm				0. 63	0. 82	2. 25	1. 29	0. 32	3. 78	2. 59	2. 11	0. 33
C. O. D. 〃	2. 50	2. 70	2. 61	2. 38	1. 53	2. 92	1. 90	1. 63	2. 67	1. 81	1. 81	1. 90
塩素量 (Cl) 〃	7. 33	9. 67	7. 36	7. 69	9. 03	9. 63	8. 60	9. 98	11. 01	9. 63	11. 01	12. 04
珪酸塩 (SiO_2) 〃	16. 30	17. 70	17. 20	16. 50	15. 70	14. 70	15. 20	19. 40	23. 50	23. 00	27. 40	24. 80
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0. 0090	0. 0510	0. 0232	0. 0096	0. 0076	0. 0162	0. 0128	0. 0152	0. 0768	0. 0054	0. 0236	0. 0130
硫酸塩 (SO_3) 〃	7. 56	11. 76	8. 40	4. 20	5. 88	7. 56	7. 56	7. 56	7. 56	7. 56	11. 76	4. 20
カルシウム塩 (Ca) 〃	7. 21	8. 42	8. 42	8. 42	8. 42	8. 82	7. 21	8. 82	8. 42	8. 02	8. 42	11. 22
アンモニア性窒素 (NH_3-N.) 〃	0. 00	0. 152	0. 030	0. 022	0. 002	0. 024	0. 026	0. 014	0. 192	0. 042	0. 022	0. 010
亜硝酸性窒素 (NO_2-N.) 〃	tr	−	−	tr	−	tr	+	tr	+	tr	tr	−
硝酸性窒素 (NO_3-N.) 〃	tr	−	tr	tr	+	tr	+	tr	+	+	+	tr
鉄塩 (Fe) 〃	−	tr	−	−	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
浮游物 〃					8	30	22	7	16	2	121	4
蒸発残留物 〃	86	96	102	89	72	100	84	77	86	74	216	84
熱灼残留物 〃	60	62	65	64	52	70	62	48	48	48	178	62
熱灼減量 〃	26	34	37	25	20	30	22	29	38	26	38	22
透視度（常態） %	96. 0	94. 8	94. 2	95. 7	96. 4	91. 0	94. 4	96. 0	94. 2	95. 7	46. 0	93. 6
〃（上澄） 〃	99. 8	98. 6	99. 8	99. 8	99. 7	98. 2	98. 4	98. 6	98. 3	99. 2	97. 2	99. 2
泥質												
C.O.D. mg/Drymud1g	16. 40	18. 51	14. 07	13. 25	17. 60	18. 23	14. 68	13. 66	15. 51	16. 96	19. 75	15. 15
蒸発残留物 %	61. 14	53. 60	69. 56	71. 89	57. 13	53. 99	70. 51	67. 69	60. 22	57. 40	49. 28	63. 89
熱灼減量 〃	3. 86	5. 27	2. 43	1. 96	4. 65	5. 66	1. 90	2. 49	4. 36	2. 90	4. 82	3. 64

回転円板による澱粉廃水浄化試験報告 (第1報)

高 安 三 次
(北海道立水産孵化場)

An Experiment on Catalytic Oxidation of Starch Wastes with Rotating Discs.

Mitsugu TAKAYASU

はしがき

澱粉工場廃水は多量の有機物を含み，腐敗し易く，河川を汚濁すること極めて甚しい。しかもその操業期は9～10月に跨がり，恰も秋鮭の遡上期に相当するので，同魚の遡上に障害を与え，時としては全く遡上を見ない様になることもある位で，その蕃殖上に及ぼす影響は極めて大きい。また甚しく汚染された河水が，浅海に排出されると，汚染海域への魚族の回遊が阻害され，また汚染の結果発生した「ノロ」(水生菌塊)が漁具に纏着し，操業を不可能ならしめる。

これらの障害を防除するために，種々除害の方法が講ぜられたが，そのうち最も希望をもたれたのは撒布濾床法であつた。撒布濾床法は都市下水などの浄化に，古くから採用された方法で，現に諸外国並びに我国の大都市(東京，大阪，名古屋，その他)に設備され，いずれも相当の効果を示している。併し乍らこの方法は，かなり尨大な設備を必要とするばかりでなく，設備ならびに運営上の細かい点(例えば廃水の予備処理の工程，充分なる稀釈，撒水の方法等々)にわたつて，細心の注意と工夫が必要で，これらの点に缺けるところがあれば，充分な効果を挙げることができない。何分にも澱粉製造は営利を目的とした企業であるから，廃水の浄化というような，主目的以外の，しかも全然利益を伴わない仕事に，大きな支出や，運営，管理の上の綿密な注意を期待するにはどうしても無理がある。それ故，なるべく簡易な方法で，経費も比較的少なく，しかも管理にあまり手数のかからない方法があれば，まことに望ましいことでる。偶々独乙国に於て Hartmann 氏は，回転する円板による接触曝気法で下水を浄化し，好結果を得たとの報告があつたが，この方法は装置も比較的簡単であり，管理にもさして手数を要しないようであるから，これを澱粉廃水に応用することについての試験を計画した次第である。試験は5～6月中に行なつたが，6月末に至り水温が上昇し，試験の続行が不可能となつたので，一時中止の止むなきに至つた。随つて猶充分な結論を得るに至つていないが，現在迄に得られた結果の概要を中間報告として茲に報告する。

本試験に要した経費は，網走支庁管内水質保全協議会，財団法人北水協会，及び北海道鮭鱒保護協力会連合会等の好意によるものである。又試験の実施に当つては，北海道大学工学部，衛生工学科の実験室並びに実験設備の使用を許して頂き，更に同教室野田陞六教授，神山桂一助教授等諸先生の懇篤なる御指導を受け，又実験の遂行に当つては，同教室井上一郎助手その他の諸氏の御助力に負うところが甚だ多かつた。茲に謹しんで以上の諸会，諸氏に，深厚なる感謝の意を表す。

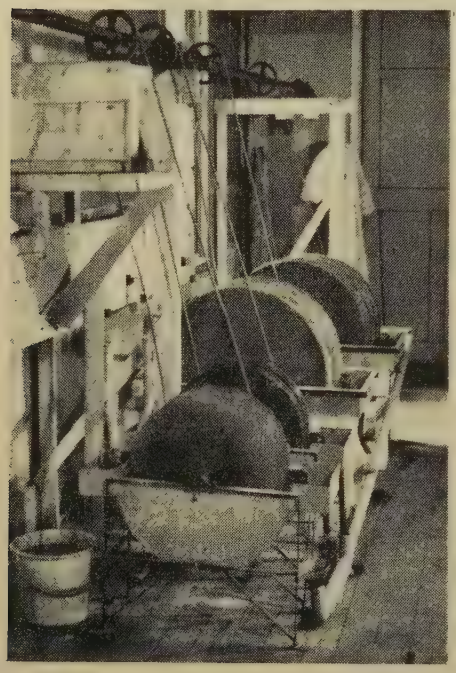
試験の方法

本法の原理は，多数の円板を一定の間隔(2.0cm)で，シヤフトに取付け，これを廃水を流通させた槽内で，

円板を半ば廃水に浸漬させながら，静かに回転させるだけの極めて簡単なものである。（写真～1，2参照）

試験に用いた装置の大きさ材質等を次に表～1に示す。

（写真～1）



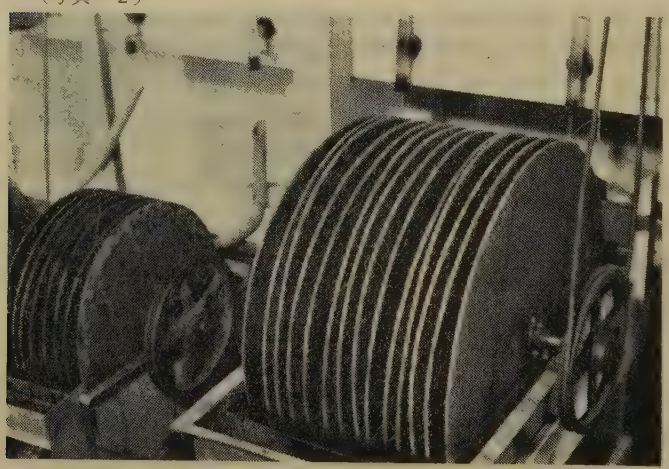
（表～1）　実験用回転円板接触体の諸寸法

名称	円板の材質	厚さ (mm)	直径 (cm)	円板の間隔 (mm)	枚数	有効面積 (cm)	槽の容積 (ℓ)
A槽	塩化ビニール	4.0	40	20	8	1.97	18.1
B槽	耐水ベニヤ	4.3	40	20	8	1.97	18.1
C槽	〃	4.3	60	20	14	7.92	72.6
D槽	〃	4.3	60	20	21	11.88	86.1

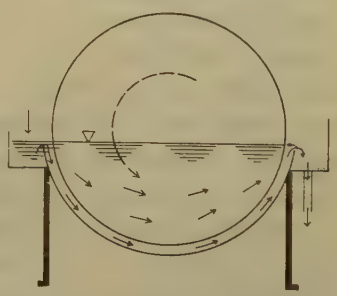
A槽とB槽とは全く同寸法であるが，唯円板の材質が塩化ビニール製と耐水ベニヤ製であることを相違するのみである。これはHartmann氏の報告には塩化ビニールを使用したとあつたので，一応これと同様のものを製作したのであるが現在我国では塩化ビニールは稍々高価なので，実施の場合を考え，安価な耐水ベニヤで代用し得るかどうかを知らんとしたものである。試験の結果効果の点では，この両者は殆んど差違を認めなかつたので，耐水ベニヤでも充分間に合うことがわかつた。（耐水ベニヤの価格は塩化ビニールに比し約1/7である。）

円板の回転数は，毎分2.5回の一定とし，ほとんど全期間を通じて，図～1に示すように，廃水の流れと同じ方向に回転せしめた。

（写真～2）



（図～1）円板の回転方向と廃水の流れ

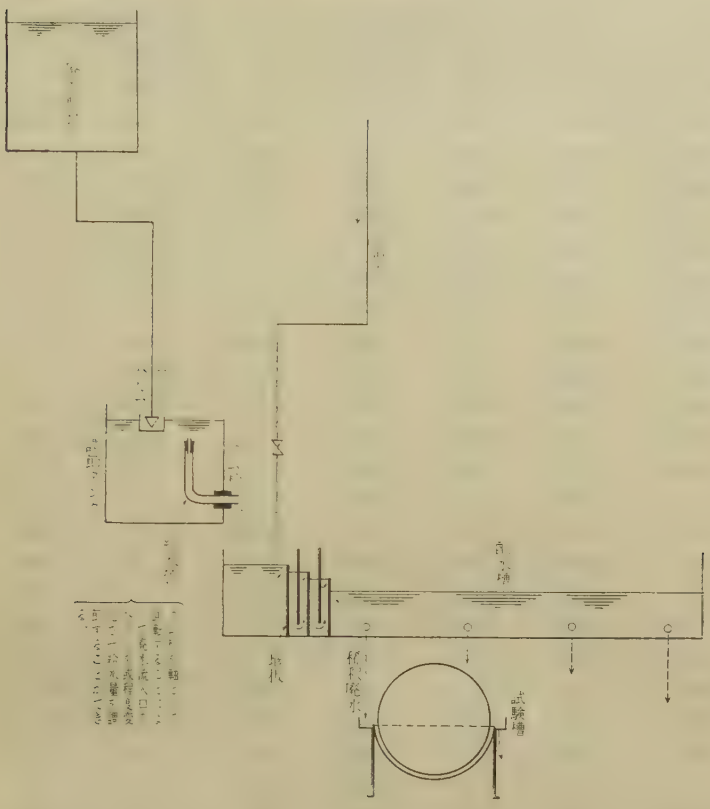


唯1回廃水の流れと逆の方向に回転させたことがあつたが，この際は円板から脱落した汚泥が，円板の回転につれて，槽の廃水流入部に近く堆積し，このものが円板に附着した生物塊を剝離させるおそれが多かつたので，唯1回だけで中止した。

実験に用いた廃水は，小型の澱粉製造機械を運転して，毎日水簸廃水約0.5～1.0 m³内外調製し（原料芋1.0～2.0俵使用）これを薄めて使用した。

試験の性質上，一定の濃度の廃水を，若干時間，一定の速度で試験槽に給水することが必要である。この事は実際には中々困難な仕事であつたが，次のような方法で，略々その目的を達することができた。図～2は配水の方法を図示したものである。即ちまず地上約3 mの高処に置いた廃水タンクに廃水を送り，これから水位を一定に保つた調節タンクに廃水を流入せしめた。調節タンクへの流入口には「フロートバルブ」を取り付け，一定の水位迄廃水が流入すると，廃水の流れが止まるようにした。この水位を一定にした調節タンクに給水管を取り付

（図～2）　配水の方法を示す



け，落差によつて配水タンクに供給した。この廃水給水管の附近には水道の給水管を置き，両者の給水量をそれぞれ適当に調節して，所定濃度の廃水を作り更にこれを数枚の堰板を越流させよく混合した後，試験桶に供給した。

以上の装置を実際使用した上でわかつたことであるがこの種の廃水を一定の濃度一定の流量で給水するということは，種々なる原因から極めて困難な仕事であつた。その主なる原因としては次の事が挙げられる。

1．原料芋の状態や，澱粉製造操作の如何によつて，出来上つた廃水の濃度が，その都度かなり変化する。

2．廃水は製造後1時間内外静置し，夾雑物を沈澱させ，上澄液のみを使用したが，それでも猶廃水タンクの底に多少の沈澱物が堆積し，長期に亘るとこの堆積物が腐敗し，廃水の質が変化する。

3．廃水を流送する間に，廃水中に「ノロ」が発生し，この「ノロ」が給水管の「ノツズル」に詰まり，流量の調節が困難である。随つて毎日数回「ノツズル」を掃除する必要がある。

これらの理由によつて，廃水の質や量が，時によつて多少変化することを免れなかつた。次に述べる試験の結果が極めて不規則であつた原因の一部は，これらの理由にも由来するものであろう。

又試験装置の小さかつたことも，誤差を大ならしめた大きな原因であつたように思う。装置が小であれば，全体の容積に対する free space（或は dead space）の比率が大きくなり，随つて水の動きの不規則さも大きくなる。試験結果のうちA，B槽の結果は特に不規則であり，C，D槽の結果はこれらに比すれば稍々規則的であつたことは，此間の関係を物語るもののようである。試験装置をもつと大型にするか，或は実際の澱粉工場で試験すれば，今少しはつきりした結果を得たであろうと思う。

試 験 の 結 果

以上のような方法で，一定の濃度の廃水を，一定の流量で，若干時間（通例毎回20時間内外）試験槽に通水させた後，試験槽の入口と出口との廃水の水質の変化を測定した。測定は COD に就て行ない，BOD に就ては行なわなかつた。これは当教室に於て神山助教授等が行なつた実験の結果，澱粉廃水に就ては COD と BOD との間に次のような簡単な関係があることがわかつたからである。

$$BOD_5 ppm = 1.65 \times COD ppm$$

斯くして種々の濃度と流量で実験を繰返したが，その結果を次に表～2に示す

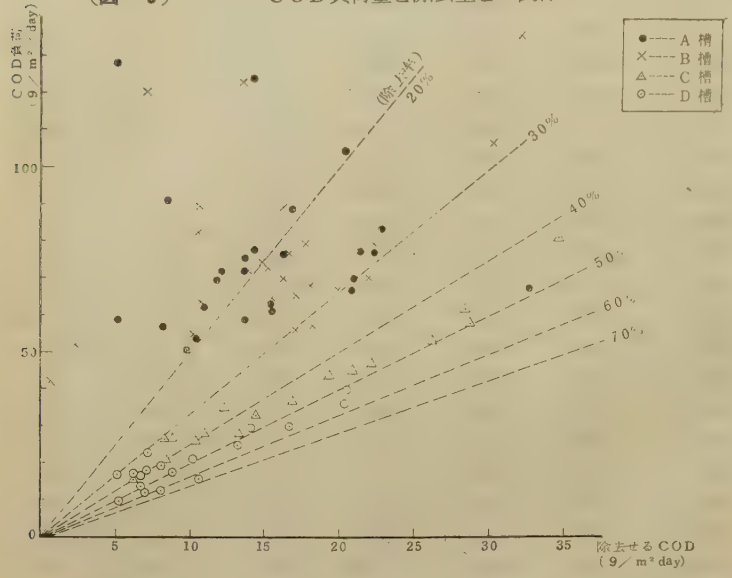
(表～2)　　実　験　の　結　果

日付	試験槽の種類	水温 °C	原液のCOD mg/l	流量 l/min	流入水のCOD mg/l	円板の単位面積当りのCOD負荷 g/m²/day	流出水のCOD mg/l	円板の単位面積当除去せるCOD g/m²/day	除去率 %
5.11	A	11.0	1560.0	0.720	242.5	127.6	232.5	5.26	4.12
〃	B	11.0	1560.0	0.700	235.0	120.0	221.0	7.16	5.96
5.13	A	11.0	1330.0	0.720	168.5	88.6	136.0	17.1	19.3
〃	B	11.0	1330.0	0.740	161.0	88.1	131.0	16.22	18.6
5.14	A	11.0	1162.0	0.700	177.0	90.6	160.0	8.7	9.6
〃	B	11.0	1162.0	0.680	178.5	88.7	157.0	10.7	12.1
5.15	A	11.0	1012.0	0.695	153.0	77.7	124.8	14.3	18.45
〃	B	11.0	1012.0	0.720	155.0	81.6	134.8	10.62	13.0
5.16	A	11.0	995.0	0.680	134.0	66.6	92.0	20.86	31.4
〃	B	11.0	995.0	0.710	134.0	69.6	91.5	22.04	31.7
5.18	A	10.5	958.0	0.715	137.0	71.5	111.0	13.6	19.0
〃	B	10.5	958.0	0.720	137.0	72.2	108.0	15.13	20.9
5.19	A	10.5	924.0	0.705	135.2	69.7	112.0	11.96	17.2
〃	B	10.5	924.0	0.720	135.2	71.2	108.8	13.9	19.5
5.20	A	10.0	960.0	0.725	143.7	76.2	113.0	16.3	21.4
〃	B	10.0	960.0	0.750	143.7	78.8	111.4	17.7	22.5
5.21	A	11.0	916.0	0.720	142.5	75.0	116.4	13.7	18.3
〃	B	11.0	916.0	0.730	142.5	76.0	111.4	16.6	21.8
5.22	A	10.0	961.0	0.840	201.0	123.5	177.8	14.3	11.5
〃	B	10.0	961.0	0.830	201.0	122.0	178.5	13.65	11.2
5.23	A	9.5	830.0	0.670	120.5	59.0	92.4	13.75	23.3
〃	B	9.5	830.0	0.730	120.5	64.4	88.4	17.1	26.6
5.24	A	10.0	744.0	0.670	114.2	56.0	97.2	8.3	14.9
〃	B	10.0	744.0	0.748	114.2	62.5	94.4	10.8	17.3
5.25	A	10.0	802.0	0.620	139.0	63.0	105.0	15.4	24.4
〃	B	10.0	802.0	0.666	139.0	67.6	102.0	18.0	26.6
〃	A	10.5	920.0	0.670	146.3	71.6	121.4	12.2	17.0 (逆回転)
〃	B	10.5	920.0	0.690	146.3	73.8	117.0	14.8	20.0
5.29	A	12.8	700.0	0.625	117.3	53.6	94.4	10.45	19.5
〃	B	12.8	700.0	0.650	117.3	55.7	80.8	17.3	31.1
5.30	A	10.7	980.0	0.622	137.0	62.3	113.0	10.9	17.5
〃	B	10.7	980.0	0.639	137.0	64.0	104.0	15.4	24.1
5.31	A	12.0	834.0	0.645	107.0	50.5	108.2	–	–
〃	B	12.0	834.0	0.660	107.0	51.6	102.2	2.32	4.5
6. 1	A	11.5	690.0	0.608	130.0	57.7	56.6	32.6	56.5
6. 2	A	13.0	910.0	0.602	133.2	58.6	121.6	5.2	8.7
6. 3	A	13.2	940.0	0.584	157.0	67.0	106.8	21.4	32.0
〃	B	13.2	940.0	0.602	157.0	69.1	120.0	16.26	23.6
6. 5	A	14.0	922.0	0.588	178.6	76.8	126.4	22.4	29.2
〃	B	14.0	922.0	0.600	178.6	78.4	128.0	22.2	28.3
6. 7	A	14.0	700.0	0.513	134.2	50.3	107.6	9.96	19.8
〃	B	14.0	700.0	0.550	134.2	54.0	108.6	10.3	19.0
〃	C	14.0	700.0	0.583	134.2	15.3	140.0	–	–
〃	D	14.0	700.0	0.570	134.2	9.28	175.4	–	–

6. 8	A	14.5	870.0	0.310	98.1	22.2	102.4	–	–
〃	B	14.5	870.0	0.573	98.1	41.1	96.0	0.88	2.1
6. 9	A	14.5	–	0.660	144.0	69.5	101.0	20.8	29.8
〃	B	14.5	–	0.632	144.0	66.5	100.8	19.9	29.9
〃	C	14.5	–	–	144.0	–	98.0	–	–
〃	D	14.5	–	0.672	144.0	11.72	58.0	7.00	59.7
6.11	A	15.5	767.0	0.458	180.5	60.5	134.0	15.6	25.8
〃	B	15.5	767.0	0.428	180.5	56.5	122.4	18.2	32.1
〃	C	15.5	767.0	0.465	180.5	15.25	104.8	6.41	42.0
〃	D	15.5	767.0	0.453	180.5	9.92	81.6	5.44	54.8
6.12	A	14.5	891.0	0.764	186.0	103.8	149.4	20.43	19.7
〃	C	14.5	891.0	0.776	186.0	26.25	141.2	8.32	31.7
〃	D	14.5	891.0	0.747	186.0	16.85	110.0	6.89	40.9
6.13	A	13.5	1009.0	0.576	197.0	82.9	142.6	22.9	27.6
〃	B	13.5	1009.0	0.528	197.0	76.0	132.4	24.95	32.8
〃	C	13.5	1009.0	0.578	197.0	20.72	116.2	8.5	41.0
〃	D	13.5	1009.0	0.565	197.0	13.5	98.2	6.76	50.1
6.14	B	12.5	1025.0	0.903	208.0	135.0	162.0	32.0	22.2
〃	C	12.5	1025.0	0.917	208.0	34.7	134.0	12.33	35.5
〃	D	12.5	1025.0	0.890	208.0	22.45	140.4	7.3	34.0
6.15	B	13.5	930.0	0.709	204.0	105.6	146.0	30.2	28.4
〃	C	13.5	930.0	0.760	204.0	28.2	134.0	9.68	34.3
〃	D	13.5	930.0	0.773	204.0	19.1	117.0	8.16	42.7
6.16	C	13.5	893.0	0.796	181.5	26.28	121.0	8.76	33.3
〃	D	13.5	893.0	0.747	181.5	16.45	124.0	5.21	31.7
6.17	C	14.5	850.0	0.860	178.5	27.9	92.6	13.42	48.1
〃	D	14.5	850.0	0.828	178.5	17.92	107.4	7.15	39.8
〃	C	14.5	794.0	0.838	169.5	25.82	100.6	10.5	40.6
〃	D	14.5	794.0	0.810	169.5	16.66	104.0	6.43	38.6
6.20	C	15.0	805.0	0.790	191.5	27.5	114.0	11.14	40.5
〃	D	15.0	805.0	0.750	191.5	17.4	93.0	8.96	51.5
6.21	C	15.0	946.0	0.811	220.0	32.45	122.0	14.45	44.6
〃	D	15.0	946.0	0.788	220.0	21.0	112.6	10.25	48.8
6.22	C	16.0	879.0	0.804	304.0	44.4	161.3	20.84	46.9
〃	D	16.0	879.0	0.808	304.0	29.8	133.0	16.75	56.25
〃	C	16.5	920.0	0.800	298.4	43.4	166.0	19.25	44.4
〃	D	16.5	920.0	0.803	298.4	29.1	154.3	14.05	48.2
6.23	C	17.6	850.0	0.710	407.0	52.6	204.0	26.2	49.9
〃	D	17.6	850.0	0.726	407.0	35.86	176.0	20.4	56.8
〃	C	17.7	1088.0	0.790	428.0	61.4	230.5	28.4	46.2
〃	D	17.7	1088.0	0.758	428.0	39.4	204.0	20.6	52.3
6.24	C	17.6	741.0	0.702	283.0	36.1	150.0	17.0	47.1
〃	D	17.6	741.0	0.720	283.0	24.7	130.8	13.3	53.9
6.25	C	17.0	687.0	0.740	430.0	57.8	217.5	28.6	49.5
〃	D	17.0	687.0	0.300	430.0	15.64	136.7	10.68	68.2
6.26	C	17.5	720.0	0.722	352.0	46.2	184.0	22.1	47.8
〃	D	17.5	720.0	0.286	352.0	12.2	115.7	8.2	67.2
6.29	C	18.5	773.3	0.942	476.7	81.6	274.8	34.6	42.4

図～3は表～2の結果のうち，円板の単位面積当りのCOD負荷量（g/m²/day）$\left(=\frac{\text{流入水のCODmg/l}\times\text{流量 l/min}\times 1440}{\text{円板の有効面積}\times 1000}\right)$と，同単位面積当りの除去されたCOD量＝（g/m²/day）$\left(=\frac{(\text{流入水のCOD mg/l}-\text{流出水のCOD mg/l})\times\text{流量 l/min}\times 1440}{\text{円板の有効面積}\times 1000}\right)$との関係を図上にプロットしたものである。

（図～3）　　COD負荷量と除去量との関係



実験を行なつたのは5～6月中で，気温が次第に上昇する時期であつた。そのため廃水温も実験の経過と共に上昇し（初期10.0°C内外，終期18.5°C）温度の影響をうけたことが大きかつたように思う。

実験の経過を簡単に述べると，まず連続運転を開始してから3日目位から既に円板の表面に肉眼で認められるような生物の群落が附着し始め，1週間後には円板の全面が灰白色の生物膜で覆はれた。このような生物膜の発達につれて，浄化成績は向上してきたが，次第に生物膜が厚くなると，自然に剥離して廃水中に落ち，廃水とともに流出した。しかし脱落した生物膜の一部は槽の底部に堆積し，長時間放置すると，嫌気性分解を起し，処理水の水質を悪化させる傾向が見られたので，後にはサイフォンを用いて，この堆積した汚泥 humus を極力除去することを努めた。円板の回転数を増すか，或は試験槽の形態を改めることによつて humus を自然に排除しうるようにする必要があるように思う。

表～2の成績中流出水のCODと記したのは，こうした浮遊物を含む試料を1時間内外静置沈澱させた後，その上澄水をとつて試験した結果である。

A槽とB槽は前にも述べたように，円板の材質を変えてその影響を調べたものである。塩化ビニール板を用いたものの方が，幾分生物膜の附着がおくれたが，浄化成績には有意の差を認めなかつた。また耐水ベニヤ板を用いたものは，使用中にそる傾向があり，写真にみられるように，円板の外端部の間隔が不同となり，接近した部分は生物膜の剥離が妨げられる傾向があつた。

浄化成績をみると，まず円板の面積が大きくなるに随つて，除去率も良好となり，最大の有効面積を有するD槽では，最高70%に近い除去率を示した。但し円板の単位面積当りのCOD負荷が少ない場合（15 g/m²/day内外）の事である。

水温の影響は大きく，高水温の時は良い成績を示すが，水温10°C前後のときは，同程度の負荷量に対しても除去率20%を得ることが辛うじてできた。但しこれは主としてA，B槽で得た結果であつて，C，D槽は低水温時には使用しなかつた。

水温のみでなく，流量の変化や，その他の種々の原因で，成績はかなり広範囲にちらばつている。特にA槽とB槽ではその傾向が大きい。これは前述のように，円板から脱落した humus が槽の底部にたまり，これが嫌気性分解を起しがちであつたためであろう。円板の回転数を幾分大きくすれば，このような缺点をある程度除きうるかと思う。

実用に当り問題となるのは，このような回転数のほか，円板（接触体）の単位面積当りの適正負荷と水温の影響であるが，これを知るために表～2並びに図～3の結果を仔細に検討してみた。

まず負荷量の増加に伴なつて，除去率の低下し始める点を求める目的で図～3を検討すると，前述のように

humus の堆積の少なかつた C 槽，D 槽では実験の範囲内では，負荷量が増加しても除去率の著しい低下を見せなかつた。尠なくも負荷量 57.8 g/m²/day（BOD に換算して 95 g/m²/day）位迄は 50 %内外の除去率を保ち得た。負荷量 81.6g/m²/day（BODに換算して135g/m²/day）でも 42.4%の除去率を示したが，これは唯 1 回のしかも水温 18.5°Cのときの結果であるから，更に確かめる必要がある。

水温と浄化度との関係は，以上の実験だけからは，求めることはできなかつた。特に水温 10°C 以下になる場合が澱粉工場廃水では問題となるわけであるから，低水温の場合の実験をくり返す必要がある。

要　　約

回転円板接触体による，澱粉廃水の生物化学的処理に関する実験を行なつた。気温の関係で実験を一時中止するの止むなきに至つたので，猶結論を下すに至つてはいないが，今迄に得られた知見の概要を述べると，次の如くである。

1．回転円板接触体による処理は，澱粉廃水の浄化方法として，極めて有効な方法と認められる。
2．本法は簡便で，且つ管理に手数が少ない。但し装置内に堆積する humus の除去には，更に工夫を要する。
3．長期間連続運転しても詰まる憂がなく，効力が持続的である。
4．撒布濾床より濃厚な廃水に耐える。COD で 500ppm近く（BOD で 800ppm 内外）でも，かなり有効に処理することができる。
5．処理に際し，澱粉廃水特有の泡を発生することが少ない。
6．設備費の詳細は猶不明であるが，効果同程度の撒布濾床に比すれば，寧ろ少ない見込みである。落差を必要としないから，ポンプの必要なく，動力費は遙かに少なくてすむ。
7．実験の範囲内では，円板の単位面積当り COD 負荷，81.6 g/m²/day（BOD に換算して 135 g/m²/day）で 42.4%の除去率を得たのが最高であつたが，更に向上させうる見込みがある。
8．槽の形態，円板の回転数，処理最適濃度等に就て，更に研究する必要がある。

石狩古川産ワカサギの生態研究
4. 地域集団の存在について

委嘱 岡田 雋[1] 委嘱 伊藤哲司[2] 伊藤小四郎[3]
（北海道大学農学部応用動物学教室） （北海道立水産孵化場）

Ecological Studies of the Pond Smelt in the Ishikari-Furukawa
4. On the Occurence of Local Populations

Shun Okada, Tetsushi Itō and Koshirō Itō
(Faculty of Agriculture, Hokkaido Univ.) (Hokkaido Fish Hatchery)

1. 緒 言

石狩古川は通称茨戸湖とも云われ，札幌市の北方最短距離約 10km の位置に在り，昭和6年石狩川の新流路開さく工事の竣功により生じた同河川の古川である。延長約20km，最大幅員350m内外の迂余曲折する水面で，水面積約 4.4km²，下流の志美附近で一疏水により石狩川と連絡する以外には，本流との関係は全く絶たれている（第1報第1図参照）。

本水域にはその生誕以来相当多数のワカサギ *Hypomesus olidus*（PALLAS）が棲息し，8～9戸の漁家が適所に定着して，ワカサギの外コイ，フナ，雑魚等の漁業を，専業或は副業として生計を営んでいる。

筆者等は先年来本水域のワカサギについてその生態研究を続けているが，たまたま本年（昭和35年）この水域に少くも2群以上の地域集団（local populations）が存在することを確認したので，ここにその経過を報告することにした。

本研究は昭和35年度北海道科学研究費補助金及び北海道立水産試験場沿岸資源部（部長佐藤栄博士），北海道立水産孵化場調査課（課長江口弘氏）の研究費援助等により行われたもので，ここにその厚意に対し深く感謝の意を表する。又現地の漁業家忠海可之氏，伊藤庄吉氏等は標本の採集，その他調査の実施に当つて多大の援助を与えられた。併せて厚く謝意を表する。

2. 漁業の概況

本水域は札幌市篠路町山口地先の狭隘水路（幅約20m，長さ約400m）及び同町茨戸地先の狭隘水路（幅約5m，長さ約10m）によつて，便宜的に上部，中部，下部の3水域に区分することが出来る。各水域の長さ，幅，面積等は次表の如くである。

水域別	上部	中部	下部	合計
長さ（概比）	2.6km(1)	5.4km(2)	11.5km(4)	20km
最大幅員	350m	350m	350m	–
水面積（概比）	0.61km²(1)	1.23km²(2)	2.53km²(4)	4.4km²

各水域における漁業戸数は，上部，中部各水域に各2戸，下部水域に4～5戸あるが，各漁家により漁獲方法（建網，曳網，刺網等）や操業日数等を異にし，且正確な漁獲高記録を備えていないので，各水域のワカサギ棲息数量を比較推定することは困難であるが，本年（35年）の漁獲高は聴取り調査によれば次の如くである。

1）現在，北海道大学水産学部 2）現在，学習院女子部 3）現在，北海道立水産孵化場鹿部温水増殖試験所

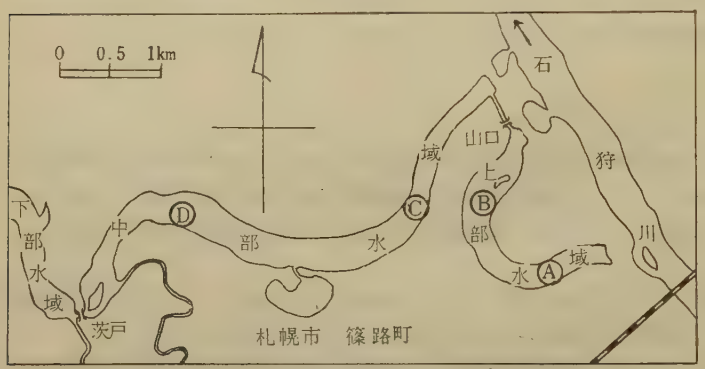
水域別	上部	中部	下部	合計
漁獲高（kg）	6,375	9,375	7,350	23,100

本水域のワカサギ漁業は春期水面の解氷と共に始まるが，解氷期は年により若干の遅速があり，又地域的にも最大数日の差が見られるようである。本年（35年）中部水域の忠海漁場前では，例年よりやや遅れて4月8日ようやく完全に解氷し，同日より操業が開始された。解氷直後より2週間内外は産卵期の漁業に当り，同漁場では建網，刺網が使用されている。産卵期終了の4月末頃から暫らくの間魚群の消息が不明となり漁獲が殆ど皆無となるので，約1カ月間は自然に休漁期となつている。5月下旬頃から再び操業が始まり11月中頃まで続けられるが（結氷期は12月初旬），この期間の漁獲方法は主として曳網が用いられている。

3. 調査方法

（1） 標本採集地点

標本採集地点（調査地点）は第1図に示す如く



第1図　石狩旧川上部水域及び中部水域における調査地点

A点：上部水域の上流端より200m内外下流方向に当る左岸。

B点：同上1600m内外下流方向に当る右岸。A～B点間距離1500m内外。

C点：中部水域上流端より1600m内外下流方向に当る左岸。

D点：同上400m内外下流方向に当る左岸忠海漁場前。C～D点間距離2400m内外。

下部水域については今回は調査の余猶がなかつた。

（2） 標本採集方法（図版参照）

上部水域においては伊藤庄吉氏，中部水域においては忠海可之氏の操業曳網の漁獲物中より大小無選択に採取し，直ちに10%フオルマリン液に浸漬。

（3） 標本採集時期

6月下旬当年稚魚が乗網し始める時期から10月末に至るまで，ほぼ2週間の間隔で採集。

（4） 魚体の計測方法

フオルマリン浸漬標本について各年魚毎に体長（吻端より尾柄端までの長さ）を測定。9月中頃まで当年魚と2年魚以上との体長度数分布曲線は明瞭に分離していて，両曲線間に年齢の疑義を生ずる余地はないが，その後両曲線の一部が重なり始め，その部分の個体の年齢が不明確になる，このような個体は体鱗を検鏡して，年齢を決定した。3年魚以上は個体数が少く，比較の材料となし難いので，検鱗の上3年魚以上は除外した。

（5） 計測結果の整理方法

小形魚は2mm区間，中形魚以上は3mm区間毎に整理，両区間に跨る個体は0.5として両区間に編入した。

平均値M，標準偏差 σ，標本誤差mの算出は次式に従つた。

$$M = M' + \frac{\sum fd'}{n} \times l$$

$$\sigma = l \times \sqrt{\frac{\sum fd'^2}{n} - \left(\frac{\sum fd'}{n}\right)^2}$$

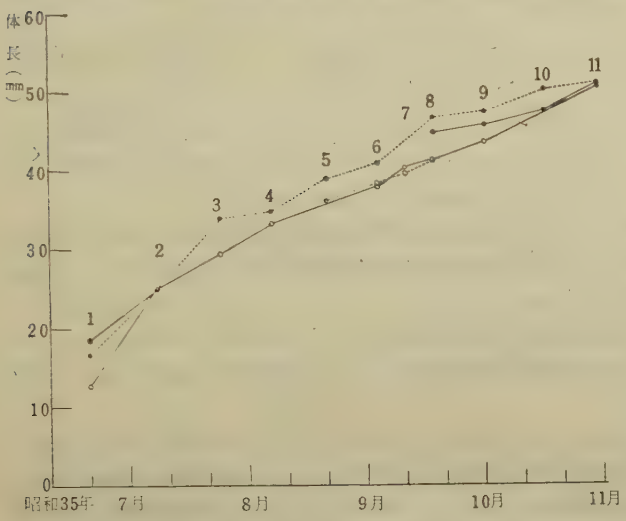
$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

M′：仮の体長平均値（mm）
d′：仮の偏差
f：区間の個体数
n：計測個体の総数
l：区間の幅（mm）

両地点の体長平均値（M_1 及び M_2）を比較するに当つて，$\frac{M_1-M_2}{\sqrt{m_1^2+m_2^2}} > 3$　なる時，両者の間に有意の差ありと見做した。

4.　当年魚の体長の推移

各点，各期における当年魚の体長計測結果は別表1の如くである。これより各点における魚体成長の推移を，平均体長で図示すると第2図の如くになる。



第2図　各点における当年魚の成長の推移（平均体長mm）
○——○A点　○……○B点　●——●C点　●……●D点

第1回（6月20日）の採集に当つて，D点の曳網に当年魚が多数乗網したが，魚体がまだ甚だ小で操網中既に網目を抜けて逸逃するものが多く，採集標本は結局比較的大形に属する個体を選択採集したきらいがある。C点における採集にも大体同様な傾向が認められた。A点では曳網に殆ど乗網を見なかつたが，Plankton net 地の小網で浅所を曳き可成り多数の稚魚を得た。これ等の稚魚はC，D両点の魚体に比し更に小形で，曳網の網目では操網中に殆ど抜けてしまうものと考えられた。

A，C，D3点の平均体長間には相互に有意の差があり，A点最も小，C点最も大，D点これに次ぐ結果が得られたが，C点の標本数が少いので　C＞D　の関係は確実とは云えない。又，A点は前述の如く C，D両点と採集方法を異にするので，直ちにこれ等を比較に供することには難点があるが，A点の魚体が劣小なことは大体において誤りないと考えられる。このような差異の生じた原因としては，上部水域における産卵期が中部水域よりやや遅れること，或は上部水域における水温の上昇が中部水域より遅く従つて孵出期が遅れること等が推定されるが，これ等の点については未だ確認されてはいない。

次回からは各点共に曳網に充分乗網する大さに成長しており，従つて乗網した漁獲物中から無選択に採集することとし，標本数も大体において満足すべき尾数を採集することが出来た。

第2回採集（7月7日）においては，A，C，D3点の平均体長はいずれも25mm内外で，3者間に有意の差が認められなかつた。即ちA＝C＝D　第1回採集以後今回までの間に，3点間の魚体がほぼ同大に達した理由については，現在これを説明し得る材料を持たない。

第3回採集（7月23日）ではA点とD点との比較が行われたが，両者間には明かに有意の差が認められ，A点29.5mm，D点34.1mmで　A＜D

A点及びD点間のこの傾向は第4回採集（8月6日）においても同様に認められ，A点33.3mm，D点34.8mmで　A＜D

第5回採集（8月20日）は，上部水域中のA点の代りにB点をとり，これと中部水域のD点とを比較した。この場合も両者間に有意の差が認められ，B点36.3mm，D点39.1mmで　B＜D

第6回採集（9月3日）は，上部水域中のA，B両点間及び中部水域D点との比較のため行われた。この結果はA，B両点間に有意の差なく，夫々38.1mm及び38.6mmであり，D点との間にはいずれも明かな有意の差が認められ，D点41.3mmを示して前回同様に大きい。即ち　A＝B＜D

第7回採集（9月10日）は，更にA，B両点について行い，前回同様の結果を得た。即ち体長は夫々40.6mm及び39.6mmで両者間に有意の差なく，A＝B

第8回採集（9月17日）はA，B，C，D4点について行つたが，A，B両点間は前回同様に有意の差なく，夫々41.6mm及び41.7mm。C，D両点間には明かに有意の差があり，C点45.0mm，D点47.0mmで後者において魚体が大きい。更に，上部水域と中部水域との間には，従来の通り明かに有意の差があり，中部水域の方が大きい。即ち　A＝B＜C＜D

第9回採集（10月1日）はA，C，Dの3点について行つたが，夫々43.7mm，45.9mm，47.7mmで3者の間に明かな有意の差が認められた。即ち　A＜C＜D

第10回採集（10月15日）においてはC，D両点が比較に供されたが，夫々47.8mm，50.5mmで明かな有意の差が認められ，前回同様にD点において魚体が大きい。即ち　C＜D

第11回採集（10月29日）は本年最後の操業に当つたが，A，C，D3点間でほぼ同大の51mm内外を示し，相互の間に有意の差が認められなかつた。即ち　A＝C＝Dこの結果はこれまでの傾向と一致しないが，現在この事実を説明し得る材料もなく，又この状態が今後共継続するものかどうかも明かでない。

以上11回の調査結果を総括すると，上部水域A点と中部水域D点との間の比較調査は期間中に8回行われたが，第2回及び第11回を除き，その間の5回の調査では毎回両点間の平均体長に明かな有意の差が認められ，常にA点よりD点において魚体が大きいと云う結果を得ている。

若し両点間を魚群が自由に相往来しているものとすれば，両点の魚体に以上の如き大小の差が存在することは説明し難い。この結果は少くもこの期間中両点の当年魚群は独立に棲息し，殆ど混交することがないことを示すものと考えられる。

次に上部水域中のA，B両点間の比較は3回行われたにすぎないが，毎回両点の平均体長間に有意の差が認められなかつた。これは上部水域面積が比較的狭小なため環境条件が全水域殆ど均一で，魚群間に成長の差を生じなかつたものとも考えられるが，むしろ魚群が常時混交して独立した魚群が存在しないとの推定が強い。

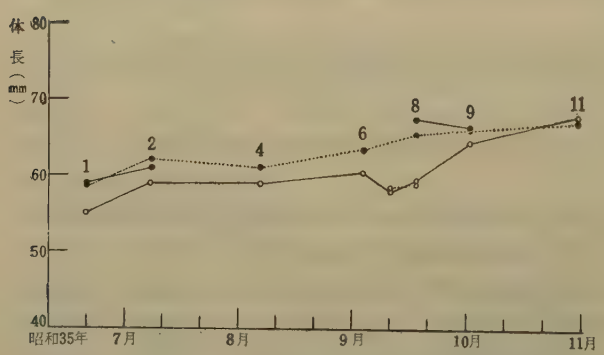
又中部水域中のC，D両点の比較は6回行われたが，第1，2回及び第11回を除き9月以降の3回の調査結果では，明らかに両点間の体長に有意の差があり　C＜D　で，両点の魚群が独立した存在である推算が強い。但し，9月以前の調査を欠くので，確実なことは尚今後の調査を要する。

以上述べたことから，魚体の大さに関して次の関係の存在がほぼ確実である。

上部水域	＜	中部水域
A点＝B点	＜	C点＜D点

このように下流の方向に至る程魚体が大となる傾向が注目される。

最後に第2回及び第11回調査においては，A，C，D3点の平均体長が同値を示したが，この両回を除く毎回の傾向から判断して，これはこの時期に魚群の混交があつたことを意味するものとは考えられないが，現在これに対する有力な説明をあげることは出来ない。



第3図　各点における2年魚の成長の推移（平均体長mm）
○——○A点　○……○B点　●——●C点　●……●D点

5．2年魚の体長の推移

各点，各期における2年魚の体長計測結果は別表2に示す如くである。（但し同表中には測定尾数が不十分で，比較研究の対象から除外したものも含まれている。）同表より各点における魚体成長の推移を，平均体長で図示すると第3図の如くなる。

第1回採集（6月20日）は上部水域A点と中部水域C，D点の3点について行われたが，A点55.0mm，C点59.1mm，D点58.7mmで，A点とC，D両点間には明かに有意の差が認められたが，C，D点間には有意の差が認められなかつた。即ち　A

＜C＝D

第2回採集（7月7日）は前回と同じ3点で行われ，夫々59.1mm，61.0mm，62.1mmで，結果も前回と同じであつた。　A＜C＝D

第3回採集（7月23日）はA，D両点間について行つたが，A点における計測尾数が僅少で比較の対象となし難いので除く。

第4回採集（8月6日）も前回同様A，D両点について行つたが，夫々59.0mm，61.1mmで両者間に有意の差があり，　A＜D

第5回採集（8月20日）は，上部水域中のA点に代つてB点をとり，これとD点との比較のため行つたが，両点とも計測尾数が不十分なので除く。

第6回採集（9月3日）はA，B，D3点の比較のため行つたが，B点における計測尾数不十分のため之を除き，A，D両点について見ると両者間に明かな有意の差が認められ，夫々60.4mm，63.5mmで，これまでと同じく　A＜D

第7回採集（9月10日）は上部水域中のA，B両点を比較した。夫々58.2mm，58.5mmで，両者間に有意の差がなく，　A＝B

第8回採集（9月17日）ではA，B，C，D4点の比較が行なわれたが，A，B両点間には有意の差が認められず，夫々59.5mm，59.0mm，上部水域と中部水域とでは明かに有意の差があり，中部水域における魚体が大きいが，同水域のC，D両点間ではこれまでの結果と異なり有意の差が認められ，夫々67.4mm，65.7mmでC点の方が大きい。即ち　A＝B＜C＜D

第9回採集（10月1日）はA，C，D3点の比較のため行なわれたが，夫々64.4mm，66.5mm，66.3mmで，A点は中部水域より有意の差を以て小，中部水域C，D点間には有意の差がなかつた。即ち　A＜C＝D

第10回採集（10月15日）は中部水域C，D両点について行つたが，計測尾数が少ないので除く。

第11回採集（10月29日）は最終調査であるが，A，C，D3点の比較で夫々68.0mm，67.5mm，67.2mm，3点間に有意の差が認められなかつた。即ち　A＝C＝D

以上11回の調査結果を総括すると，上部水域A点と中部水域D点との比較に有効な調査回数は，6月20日から10月29日までの間に7回あるが，最終回を除き毎回両者の間に有意の差が認められ，A点よりD点において魚体が大きい結果を得ている。この結果によれば期間中両点間に魚群の混交が殆どなかつたものと考えて差し支えないであろう。唯最終回の10月29日には両点の平均体長が同値を示したが，当年魚の場合にも同様の結果が出ている。その理由については十分な説明が出来ないが，これを両群の混交によるものとは考え難い。

次に上部水域中のA，B両点の有効な比較調査は2回にすぎないが，その結果では当年魚の場合と同じく，両点の体長間に有意の差がなく，魚群はこの水域内では随時混交している推算が強い。

又中部水域中のC，D両点間の有効な比較調査は5回であるが，第8回を除き毎回両者の平均体長間には有意の差が認められなかつた。

第8回調査ではC＞Dの結果が出ているが，両者の間に辛じて有意の差が認められる程度にすぎない。当年魚の場合には両点間に有意の差がありC＜Dと云う結果が出ているが，2年魚の場合は運動力の増大に伴なつて両点間を往来して魚群が混交することとも考えられるが，又両点の魚群は独立した群で，唯魚体に成長の差を生じなかつたものとも考えられる。

以上述べたことから，魚体の大さに関しては次の関係が，ほぼ確実に存在していると考えられる。

上部水域＜中部水域

A点＝B点＜C点＝D点

この場合にも当年魚におけると同じく上部水域より下流に当たる中部水域の方が魚体が大きい。但し当年魚に見られた，中部水域中でも上流に当たる中部水域の方が魚体が大きい。但し当年魚に見られた，C点より下流に当たるD点において魚体が大きいと云う結果は見られなかつた。

尚期間を通じて成長の推移を観察すると，当年魚の成長度が甚だ急速であるのに対し，2年魚の成長度は極めて緩慢である。時にむしろ平均体長の縮小している結果については十分にこれを説明出来ないが，2年魚は当年魚と異り尾柄末端の境界が不明確で，期間を置いての測定に際して計測方法に偏向を生じたことも考えられる。

又鱗相による年齢判定に際し，時に2年魚を逸し或は2年魚以外の個体を混じて測定した誤差も考え得る。更に又一回の操業で漁獲が少ない場合には，しばしば大形若しくは小形の多い傾向があり，このような漁獲物は魚群を正常に代表するものでないことが考えられるが，時にはこのような漁獲物から標本を採集した疑いもある。

6. 考　　察

当年魚，2年魚共に，上部水域より中部水域において魚体が大きい理由は現在これを説明することが出来ないが，その主なる原因として両水域における（1）天然餌料の質及び量（2）及び棲息数量（密度）の差等が考えられる。

両水域は狭隘水路により連結されてはいるが，上部水域の上流端近くには黒褐色をした泥炭水の小流が注入しており，又石狩川本流水量の増減や石狩湾の干満に応じて沼水位も常に上下しているが，逆流水の影響を受ける程度は勿論中部水域において強大である。従つて両水域の水質に差異のあることは想像に難くなく，これに他の原因と関連して両水域の天然餌料の質及び量に差異のあることが推定される。又両水域におけるワカサギ棲息量（密度）も天然餌料の問題に関連して成長度に大きな関係を有することは当然考えられる。現地の漁家の間には現に上部水域のワカサギ漁獲が中部水域のそれに較べて比較的苛酷に行なわれていないため，棲息密度が大となり従つて魚体が小さいと説明するものもある。

更に当年魚，2年魚共に，上部水域より中部水域において魚体が大きい（10月末期には両水域の体長差が消失しているが）と云う事実から，両水域のワカサギは別個の集団を形成しており，両集団は両水域を往来して相混交することがないとの公算が大きい。

この両群を隔離している要因として考えられるものに，両水域を連結する狭隘水路の存在がある。この水路は幅員20m，長さ400m，殆ど一直線の人工水路であるが，水深は殆ど全幅員に亘つて2m内外あり，ワカサギの往来を阻止する障壁（Barrier）となつているとは考えられない。ただ狭隘水路に移行する直前の，上部水域の末端部に相当広汎な浅所が形成されている（第1図）。沼の水が常時混濁しているため，外面からその存在を認知することは出来ないが，多年に亘り風送された砂泥が地形的関係から特にこの部分の水底に堆積して生じたものと考えられる。その形状面積は詳細にはまだ明かでないが，水深5～6mの上部水域はこの部分で急に最大水深50cm内外の浅所となり，再び水深2mの狭隘水路に急傾斜で移行する。この浅所は沼水位の最も低下した時には水面上に露出して，両水域を明瞭に両断する可能性があるが常時は水面下に伏在している（第4図）。

第4図　山口地先狭隘水路の橋上より上部水域末端（浅所伏在地点）を望む。（1960. 12. 17撮影）

この浅所が魚群の混交を阻止する障壁となつているかどうかは尚研究の余地があるが，地形的Barrierとしては最も有力な条件を具えたものと考えられる。

次に中部水域中のC点及びD点において，2年魚では明かでないが，当年魚には魚体に大小の差が見られ，少なくも両点の当年魚は集団を異にして生活し，両者相混交することのない公算が大きい。

この両点間には上に述べた如き地形的Barrierは，筆者等の調査した限りでは存在していない。従つて両群を隔離している要因は，これとは別個のものと考えられる。

本水域が道内外のワカサギ棲息水域の多数例と顕著に異る点は，産卵河川の注入が全くないことである。本水域におけるワカサギの産卵は水域の殆ど全長に亘つて行なわれ，葭や柳が水辺まで叢生してその細根が水中に露出している沿岸一帯が産卵場所となる（第1報参照）。従つて孵出した稚魚は生活に特に不利な環境でない限り，孵化した場所を中心とする比較的小範囲の水域内において生活し，成長し，繁殖する可能性がある。

この推定を確めるには何等かの方法による標識放流試験の実施が捷径であるが，現在の段階でこの推定を認め

るならば，中部水域中に独立した魚群集団の存在を肯定することが可能であるし，又上部及び中部水域の魚群を隔離する要因に必ずしも地形的 Barrier の存在を重視する必要がない。

7. 摘　　要

（1） 昭和35年6月20日から10月29日まで，約2週間の間隔で11回に亘り石狩古川の上部水域内及び中部水域内各2点のワカサギ魚体の大さについて比較調査を行つた。

（2） その結果魚体の大さに関して次の関係が明かにされた。

i. 当年魚については

上部水域 ＜ 中部水域

A点 ＝ B点 ＜ C点 ＜ D点

ii. 2年魚については

上部水域 ＜ 中部水域

A点 ＝ B点 ＜ C点 ＝ D点

（3） このことから，両水域の魚群は互に混交することなく独立に集団を形成していると考えられる。上部水域内には単一集団を認めるだけであるが，中部水域内では少なくとも当年魚に独立した2集団の存在することが推定される。

文　　献

岡田彰・伊藤小四郎（1960）：石狩古川産ワカサギ魚群の生態研究　1. 忠海漁場附近における産卵期の生態　北・水・孵・研・報　第15号を参照

上　石狩古川におけるワカサギの曳網漁業（忠海漁場前）
下　この漁獲物中より無選択に調査標本を採取する

別表 1. 当年魚の体長組成

l：区間の幅（mm），n：測定尾数，M：平均値（mm），σ：標準偏差，m：標本誤差

昭和37年	6月20日（1）				7月7日（2）				7月23日（3）				8月6日（4）				8月20日（5）				9月3日（6）				9月10日（7）				9月17日（8）				10月1日（9）				10月15日（10）				10月29日（11）			
l mm ＼ 地点	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
8 — 10	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10 — 12	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12 — 14	43.5	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14 — 16	25.5	-	-	26.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16 — 18	1	-	17	57.5	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18 — 20	1	-	19	10	0.5	-	5.5	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 — 22	-	-	6	0.5	10.5	-	9	17.5	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22 — 24	-	-	-	-	26	-	28.5	68	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24 — 26	-	-	-	-	30	-	46	93.5	10	-	-	3	0.5	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26 — 28	-	-	-	-	21.5	-	25	55.5	24	-	-	3	3	-	-	-	0.5	-	-	-	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28 — 30	-	-	-	-	10.5	-	3	19	20	-	-	7	13.5	-	-	0.5	-	-	-	1.0	3	-	-	-	5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30 — 32	-	-	-	-	4	-	3	10.5	35	-	-	6.5	36	-	-	9.5	3.5	-	-	-	7.5	0.5	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32 — 34	-	-	-	-	1	-	-	2	17.5	-	-	14	37.5	-	-	32	17	-	-	-	7.5	6	-	-	5.5	1.5	-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34 — 36	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	38	45	-	-	46.5	23	-	-	6	26.5	19	-	2.5	4	16	-	-	10	4.5	2	-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-
36 — 38	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	19	18	-	-	24	39.5	-	-	9.5	48.5	58	-	8	11.5	27	-	-	15.5	12.5	1.5	-	3.5	-	0.5	-	-	-	-	1	1.5	-	-	-	-
38 — 40	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	7.5	6	-	-	7	17	-	-	22.5	48.5	73.5	-	34	19	71.5	-	-	22.5	35	6.5	0.5	14	-	3.5	-	-	-	1	0.5	5	-	-	-	-
40 — 42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.5	-	-	0.5	3.5	-	-	13.5	40	46	-	101	20	67	-	-	48.5	68	19.5	3	39.5	-	14.5	-	-	-	8	2	1	-	2	1	
42 — 44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	3	17	9.5	-	59.5	24.5	17	-	-	56	61	55	17	51	-	30	6.5	-	-	10.5	3.5	3.5	-	3.5	-	
44 — 46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0.5	-	-	3.5	6	1.5	-	11	14.5	10	-	-	34.5	27.5	64.5	56.5	59.5	-	47.5	33	-	-	40	8	12	-	5.5	2	
46 — 48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	0.5	-	1	-	2	6	-	-	-	12	5.5	61	69.5	34.5	-	72.5	77.5	-	-	60.5	18.5	29.5	-	17	11.5	
48 — 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	4	-	-	-	3	3	23.5	49.5	9	-	41.5	66.5	-	-	67.5	61.5	51.5	-	45.5	39	
50 — 52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	14	2.5	-	7	19.5	-	-	36.5	84	58	-	76	90.5	
52 — 54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	5.5	0.5	-	1	4	-	-	12.5	45.5	33.5	-	49.5	61	
54 — 56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	2.5	13.5	19.5	-	21	15.5	
56 — 58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.5	22	-	6	4.5	
58 — 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	18	-	3	1	
n	104	-	42	95	104	-	120	270	111	-	-	102	160	-	-	120	106	-	60	207	215	-	218	115	210	-	-	207	218	238	217	216	-	219	207	-	-	239	247	258	-	229	226	
M	12.86	-	18.48	16.65	25.19	-	24.62	25.13	29.50	-	-	34.10	33.30	-	-	34.80	36.32	-	39.13	38.11	38.61	-	41.28	40.59	39.64	-	-	41.64	41.70	44.95	46.99	43.74	-	45.94	47.69	-	-	47.83	50.54	50.85	-	51.01	51.32	
σ	1.74	-	1.38	1.26	2.68	-	2.41	2.54	2.82	-	-	3.82	2.74	-	-	2.08	2.62	-	3.00	3.48	2.37	-	1.86	4.60	2.42	-	-	3.44	2.68	2.81	2.50	2.96	-	2.81	2.04	-	-	2.88	2.99	4.66	-	2.97	2.31	
m	0.17	-	0.21	0.14	0.25	-	0.22	0.15	0.26	-	-	0.37	0.21	-	-	0.19	0.25	-	0.42	0.24	0.16	-	0.13	0.43	0.16	-	-	0.24	0.18	0.18	0.17	0.20	-	0.19	0.14	-	-	0.16	0.19	0.29	-	0.20	0.15	
$M_1 - M_2$ ＼ $m_1^2 + m_2^2$	A-C=21, A-D=17, C-D=7				A-C=1.7, A-D=0.3, C-D=1.9,				A-D=10				A-D=5.4				B-D=5.7				A-B=1.7, A-D=11.7 B-D=12.7				A-B=2.1				A-B=0.2, C-D=8.2, B-C=11.2, B-D=21.1				A-C=8.0, A-D=12.2, C-D=7.3				C-D=10.8				A-C=0.5, A-D=1.5, C-D=1.2			

別表 2. 2年魚の体長組成

昭和37年	6月20日（1）				7月7日（2）				7月23日（3）				8月6日（4）				8月20日（5）				9月3日（6）				9月10日（7）				9月17日（8）				10月1日（9）				10月15日（10）				10月29日（11）			
l mm ＼ 地点	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
41 — 44	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44 — 47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47 — 50	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	1.5	0.5	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50 — 53	14	-	6	2.5	7.5	-	4	1	2.5	-	-	-	9.5	-	-	1	2	-	2	13.5	6.5	-	-	26.5	6.5	-	-	14	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53 — 56	40.5	-	14.5	11	19.5	-	15.5	6	2	-	-	-	25.5	-	-	8.5	4.5	-	2	31.5	21.5	-	3.5	49.5	29	-	-	37	33	3.5	-	8.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56 — 59	17	-	30	47.5	37.5	-	34.5	31.5	7.5	-	-	17	43.5	-	-	29	24	-	2.5	48.5	20	-	31	60.5	60.5	-	-	60	57	7	11	26	-	5.5	10	-	-	8.5	-	-	-	-	-	-
59 — 62	3.5	-	21.5	25	31.0	-	48.5	49	17	-	-	25	32.5	-	-	32	13.5	-	2.5	53	8.5	-	58.5	36	39.5	-	-	47.5	40	17.5	25	43.5	-	25	24	-	-	13	6.5	25.5	-	22	12	
62 — 65	2.5	-	13.5	10	18.5	-	28	56	8.5	-	-	26.5	20.5	-	-	23	7	-	-	38	2.5	-	62.5	29.5	17	-	-	25	20	44	39	49	-	47.5	56	-	-	18	13	40.5	-	20.5	29.5	
65 — 68		-	6.5	5	9.5	-	16	32.5	6.5	-	-	23.5	6.5	-	-	10.5	3.5	-	1	25	3	-	38	10.5	5.5	-	-	16	8	42	32	42	-	67	64.5	-	-	4	14.5	35	-	27	20	
68 — 71		-	2	-	1.5	-	8.5	5.5	3	-	-	9	4	-	-	7	-	-	-	11	-	-	28.5	3.5	-	-	-	8	1	59	19.5	31.5	-	46.5	49	-	-	5	8	31.5	-	19.5	14	
71 — 74		-	-	0.5	-	-	4	1.5	-	-	-	2	1	-	-	3.5	-	-	0.5	4	1	-	7.5	2	-	-	-	4	4	39	16	7.5	-	27	24	-	-	4	2	24.5	-	10.5	15.5	
74 — 77		-	-	0.5	-	-	1	-	0.5	-	-	1	0.5	-	-	-	-	-	0.5	2	-	-	1.5	-	1	-	-	1.5	1	8	8.5	10.5	-	1.5	5.5	-	-	2.5	4	16	-	4.5	4.5	
77 — 80		-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	5	1	3.5	-	2	2	-	-	2	-	8	-	7	0.5	
80 — 83		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	2.5	2.5	
83 — 86		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1.5	0.5	
n	80	-	94	104	125	-	160	183	49	-	-	105	144	-	-	116	55	-	9	22.8	63	-	232	218	159	-	-	213	171	225	152	222	-	222	235	-	-	57	49	185	-	115	99	
M	54.97	-	59.08	58.68	59.13	-	61.04	62.09	61.55	-	-	63.43	58.98	-	-	61.12	59.03	-	58.52	60.36	57.17	-	63.47	58.16	58.52	-	-	59.49	59.03	67.39	65.69	64.39	-	66.49	66.34	-	-	64.34	66.68	67.96	-	67.52	67.18	
σ	2.91	-	4.13	3.07	4.04	-	4.65	3.66	4.86	-	-	4.26	4.42	-	-	4.62	3.51	-	7.14	5.14	4.09	-	4.33	4.53	3.60	-	-	4.92	4.36	4.82	4.88	5.31	-	4.01	4.23	-	-	5.51	4.60	5.45	-	5.77	4.58	
m	0.33	-	0.43	0.39	0.36	-	0.37	0.27	0.70	-	-	0.42	0.37	-	-	0.43	0.47	-	2.57	0.30	0.52	-	0.28	0.30	0.28	-	-	0.34	0.33	0.32	0.40	0.36	-	0.27	0.28	-	-	0.73	0.66	0.40	-	0.54	0.46	
$M_1 - M_2$ ＼ $m_1^2 + m_2^2$	A-C=7.6, A-D=7.3, C-D=0.7				A-D=3.7, A-D=6.6, C-D=2.3				A-D=2.3				A-D=3.7				B-D=0.2				A-B=5.3, A-D=7.6, B-D=11				A-B=0.8				A-B=0.9, B-D=12, C-D=3.3				A-C=4.6, A-D=4.3, C-D=0.4				C-D=2.4				A-C=0.6, A-D=1.3, C-D=0.5			

雨竜人工湖におけるワカサギの食性について（Ⅱ）

長　内　　稔

The Feeding Habits of the Pond Smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas), in Uryu reservoir（Ⅱ）

Minoru OSANAI

1. 緒　　論

前報（1960）において8月に採集したネットプランクトンと抄網で捕獲したワカサギ標本の胃内容物との関連性について報じた。通常ワカサギの食性に関しては集群のプランクトンがその胃内容物を規制し（白石 1960），又は成長に伴いその摂餌に選択性が示される（佐藤 1954）ということが知られている。筆者も前報においてその食性の選択性の強いことを報告したが，未だ充分明らかにされない憾がある。今回ワカサギの時期的な食性の変化を知る一助とするため索餌成長期への活動時期の食性について考察したので玆に報告する。

本稿に入るに先だち本研究の機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同次長竹谷係橘氏，種々の助言を賜つた同調査課長江口弘氏，北海道サケマスふ化場農林技官黒萩尚氏，試料採集並びに標本の蒐集に特段の御配慮を下された朱鞠内淡水漁業協同組合長吉田政吉氏の諸氏に記して感謝の意を表する次第である。

2. 材料並びに研究方法

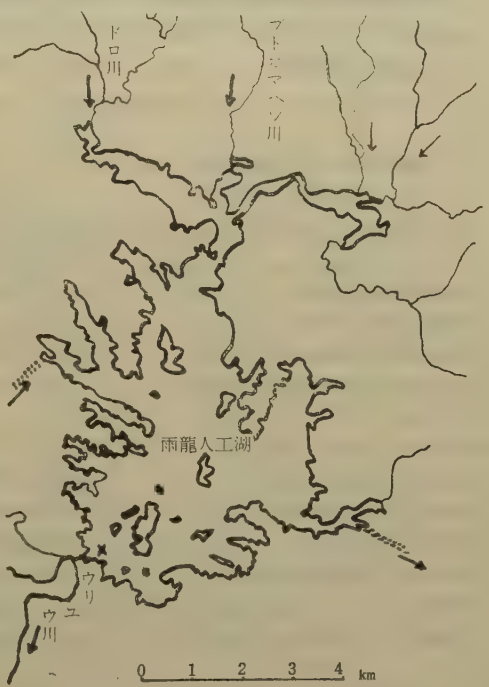
本研究は1961年6月24日に採集したネットプランクトンと同年同月25日に抄網で捕獲されたワカサギ標本の胃内容物との関連性について比較検討した。

第一図の点でプランクトン，水色，水温，溶存酸素量，pH及び透明度を垂直的に観測した。水温並びに採水，pH の測定はエクマン顚倒寒暖計及び採水器で採水のものについて，透明度は直径25cmの白色円盤によつた。これらの結果は第1表，第2図に示した。

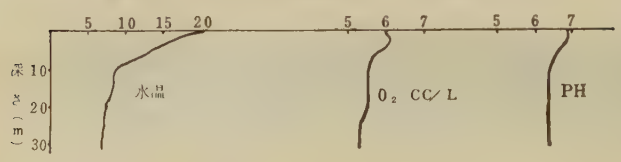
第1表　水温，pH 溶存酸素量の垂直分布

深さ（m）	0	2	4	6	8	10	15	20	25	31
水温（℃）	20.4	17.9	14.8	12.5	10.7	8.5	8.2	7.5	7.1	6.9
O_2 cc/L	6.0	6.1	6.0	5.7	5.6	5.5	5.5	5.5	5.3	5.3
pH	6.9	6.9	6.8	6.6	6.5	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
透明度	2.8m									
水色	18～19									

第1図　観測並びにプラクトン採集地点



第2図　水温，溶存酸素量，pHの垂直分布図



プランクトンの採集及び観察は直径30 *cm*，長さ1mの網目はミユーラーガーゼ××16で底層より表層までの垂直曳で得たものについて，5％ホルマリン液で固定し，本場実験室に持帰り種の同定並びに個体数の計測を行なつた。胃嚢内の餌料生物の観察は5％ホルマリン液で予め固定してあつたものを本場実験室で魚体の計測後胃袋を取出し，餌料生物の全数を計数した。計数は種の同定可能な個体のみを対象とし，同定に明瞭を欠く不完全個体については計数から除いた。

3. 水理条件

1961年6月24日に第1図の地点で水色，pH，透明度，水温，溶存酸素量の垂直分布について観測した。

(1) 水色

水色はウーレ（Ule）の水色計で18～19の色調を示し，透明度は2.8 mで黒萩（1957）の夏季観測結果と略々同様である。

(2) 水温，pH，溶存酸素量

水温，pH，溶存酸素量の垂直分布は第2図，第1表の通りである。水温は表層20.4°C底層6.9°C（31 m）で10 m前後に顕著な躍層が見られる。pHは表層で6.9底層で6.4を示している。溶存酸素量は表層で6.0 cc/lを示し，底層に行くに従い減少し底層で5.3 cc/lの値を示す。

4. 観察結果

（前報において本湖に出現する動物プランクトン種名で，*Bosmina longirostris* を *Bosmina coregoni* と発表したが，*Bosmina longirostris* の誤りにつき本報で訂正いたします。）

前報で本湖に出現した動物プランクトンの種類に関して既に元田（1950），江口・黒萩（1958），黒萩（1959）によつて撓脚類，枝角類，輪虫類合せて28種が知られている。長内（1960）の8月の採集から撓脚類，枝角類，輪虫類合せて13種が観察され，胃嚢内に認めれらた種は枝角類6種，撓脚類3種，輪虫類3種と底棲生物，昆虫，ハゼの幼魚等が観察された。今回のネット採集で得たプランクトンの個体数及び種の組成は第2表で湖中の優生として最も多く出現したのは *Asplanchna* sp. で54.46％を占め，次いで *Bosmina longirostris* の24.96％，

第2表　湖内に出現したプランクトン種名並びに組成

プランクトン種名	個体数	組成割合
Bosmina longirostris (O.F.M.)	1,800	24.96
Bosminopsis deitersi Rich.	r	–
Holopedium gibberum Zaddach	120	1.66
Ceriodaphnia quadrangular (O.F.M.)	r	–
Alona sp.	r	–
Chydorus spericus (O.F.M.)	r	–
Cyclops vicinus Uljanin	1,320	18.31
Nauplius of Copepoda	50	0.69
Asplanchna sp.	3,920	54.36
Polyarthra trigla Ehr.	r	–
Keratella sp.	r	–
Trichocerca cylindrica (Imhof)	r	–
計	7,210	

第3表　ワカサギ餌料として認められた種並びに組成

摂餌プランクトン種名	個体数	組成割合
Bosmina longirostris (O.F.M.)	4,005	52.572
Bosminopsis deitersi Rich.	479	6.287
Holopedium gibberum Zaddach	1,009	13.244
Ceriodaphnia quadrangular (O.F.M.)	79	1.037
Alona sp.	45	0.590
Chydorus spericus (O.F.M.)	53	0.695
Cyclops vicinus Uljanin	1,500	19.690
Asplanchna sp.	377	4.948
輪虫類（種不明）	45	0.604
珪藻類	18	0.236
底棲生物	6	0.078

（註）　上表は98個体のワカサギ胃内容種の総計である。

Cyclops vicinus の18.31%であつた。他は *Holopedium*, *Ceriodaphnia* の順で1%以下と少なかつた。この頃のワカサギに捕食された種類は第3表に示した通りで，*Bosmina longirostris* が52.57%で次いで *Cyclops vicinus*, *Holopedium*, *Bosminopis*, *Asplanchna* で各々19.69%，13.24%，6.28%，4.95%の割合で *Ceriodaphnia*, *Alona*, *Chydorus* 等は1%以下と少い。一般に本湖の6月のワカサギは *Bosmina longirostris* 主とした *Cyclops vicinus*, *Holopedium* と少数の珪藻類と底棲生物の捕食が観察された。

5. 考　　察

以上の観察結果より6月の本湖ワカサギは枝角類の *Bosmina longirostris* を主餌料とした動物性プランクトンで，少数の底棲生物及び珪藻類を捕食することは既に述べた。ワカサギの食性については既に多くの研究報告が為されているが，白石（1960）はワカサギの餌料として周年利用されるのは甲殻類プランクトンで，ユスリカ類も生産に大きな役割をもつことを報じ，摂餌活動は朝夕2回行なわれ胃嚢内の摂餌種も1乃至2種で占められるのが大部分である。この原因として餌料となるプランクトンが群集を作るためで，ワカサギの選食性によるのではないと指摘している。佐藤（1954）は成長に伴い餌種も変化することを述べ，稚魚の最初の頃は単細胞藻類及び輪虫類を摂食し，成長につれて撓脚類の Nauplius と枝角類の混合摂取があつて外部形態も整い鰓把の変体も終了した全長39㎜以上になると選択的に動物性プランクトンを摂取すると報じている。

本研究において雨竜人工湖のワカサギは動物性プランクトンを主餌料とする少量の底棲生物であるが，前報で湖内の優生種が必ずしも索餌の対象となることはなく，寧ろ嗜好的に *Bosmina longirostris* を捕食すると述べた。本報の6月採集のものについても，前報と同様な傾向を示し，*Bosmina longirostris* を嗜好的に捕食する傾向が観察された。然し前報の湖内優生種で胃嚢内の割合が小さかつた *Holopedium* が今回の観察では *Cyclops* に次いで胃嚢内に認められた。これは成長に伴う餌種の嗜好性（佐藤1958）によるのかそれとも集群のプランクトンを無作為に捕食することによるのかは現在のところ詳らかでない。この様に前年8月の捕食の傾向と本年6月とに多少の差が認められるが，一般に本湖のワカサギは集群のプランクトンを一様に摂取するものではないと考えられる。そして捕食にさいしては嗜好的に餌種を選択する性質が働くもののようである。又プランクトンの移動とワカサギ遊泳層とに密接な関係のある（白石1960）ことは一般に認められているが，この様な群行動と集群プランクトンとの関連が本湖のように生産性の低い人工湖で，プランクトンの季節的垂直，水平移動がワカサギの遊泳層並びに分布と如何なる関連を持つているものであるかについては現在充分な検討を加える資料に欠いているので今後の研究において究明してゆきたい。

6. 要　　約

1. 本研究は雨竜人工湖で1961年6月24日に採集したネットプランクトンと同年同月25日に抄網で捕獲されたワカサギ標本の胃内容物との関連について比較検討を加えた。

2. ワカサギ餌料として認められたものは動物性プランクトンの枝角類，撓脚類，輪虫類と少数の底棲生物等で主餌料は *Bosmina longirostris* であつた。この頃の湖内プランクトン優生種は *Asplanchna* sp. 次いで *Bosmina longirostris*, *Cyclops vicinus* 等であつた。

3. ワカサギの捕食傾向は前報と略々同様で，嗜好的に選択捕食するものと考えられる。

参 考 文 献

元田　茂：1950　北海道雨竜貯水池の予察調査　陸水・雑 15
佐藤隆平：1954　ワカサギ漁業生物学　水産増殖叢書 No. 5
長内　稔：1956　阿寒湖ワカサギの甲殻類餌料プランクトンの季節的変化　水・孵・試・報 11
江口弘・黒萩尚：1958　最近に於ける北海道雨竜人工湖の湖沼条件について（I）　水・孵・研・報 13
黒萩　尚：1959　最近に於ける北海道雨竜人工湖の湖沼条件について（II）　水・孵・研・報 14
長内　稔：1960　雨竜人工湖に於けるワカサギの食性について（予報）　水・孵・研・報 15
白石芳一：1960　ワカサギの水産生物学的ならびに資源学的研究　淡・水・研

附表　ワカサギ胃嚢内観察結果

個体番号	Bos.	Bos-mi	Cyc.	Holo.	Asp.	Ceri.	Alo.	Chy.	珪藻類	輪虫類（種不明）	底棲生物	Cope. Nau.	体長（cm）	体重（gr.）
1													7.6	2.1
2	41	13	14	5	3	–	–	–	1	3	–	–	7.8	2.1
3	13	2	2	–	–	–	–	–	–	2	–	–	7.4	2.1
4	28	7	1	3	1	–	–	–	–	–	–	–	6.9	1.5
5	36	1	19	25	14	1	–	1	–	–	1	–	7.4	1.9
6	16	–	5	7	2	–	–	1	–	–	–	–	7.4	1.9
7	1	–	–	2	–	–	–	–	–	1	–	–	8.1	3.0
8	72	3	5	5	1	1	–	5	–	–	–	–	7.8	1.9
9	54	8	1	3	2	1	–	1	–	–	–	–	7.2	2.0
10	6	–	2	1	42	–	–	–	–	–	–	–	7.1	1.6
11	31	–	39	14	9	–	–	1	–	2	–	–	7.6	1.9
12	19	–	5	2	1	–	–	1	1	3	–	–	7.9	2.3
13	95	22	42	6	1	–	–	2	–	2	–	–	7.7	2.0
14	54	1	24	4	17	1	–	1	–	–	–	–	7.1	1.8
15													7.2	1.8
16	6	–	4	1	–	–	–	–	–	2	–	–	7.5	1.8
17	42	7	27	8	1	–	1	1	–	1	–	–	7.3	1.9
18	32	–	28	8	–	2	–	1	–	–	–	–	7.6	2.1
19	63	8	13	10	30	1	–	1	–	–	–	–	6.7	1.6
20	41	2	3	10	–	–	–	–	1	–	–	–	7.0	1.5
21	21	5	10	6	1	1	–	–	–	–	–	–	7.9	2.2
22	1	–	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	7.4	1.8
23	9	1	9	2	1	–	–	–	–	–	–	–	7.2	1.8
24	51	7	10	25	3	2	1	–	–	1	–	–	7.6	2.1
25	20	2	30	15	–	2	–	–	–	1	–	–	7.8	1.8
26	7	–	7	10	1	–	–	–	–	–	–	–	7.2	1.7
27	24	6	3	1	–	–	–	–	–	1	–	–	6.8	1.4
28	75	1	26	6	–	1	–	5	–	–	–	–	7.6	2.1
29	71	4	26	15	3	3	1	4	–	–	–	–	7.5	1.9
30	33	9	26	9	1	2	1	–	–	–	–	–	7.3	1.6
31	18	4	9	10	1	–	2	1	2	1	–	–	7.5	1.6
32	10	4	9	6	2	1	–	–	2	–	–	–	6.8	1.3
33	3	2	3	7	–	–	–	–	1	–	–	–	7.8	2.2
34	23	11	5	1	–	2	–	–	–	–	–	–	7.4	1.7
35	33	5	8	3	1	–	–	1	–	–	–	–	7.0	1.4
36	2	–	3	1	–	–	–	1	–	–	–	–	7.7	1.9
37	16	2	9	6	50	1	1	–	–	–	–	–	7.3	1.8
38	15	4	7	1	–	–	2	1	–	1	–	–	7.4	1.9
39	34	5	20	9	–	1	–	–	1	–	–	–	7.4	1.6
40	106	7	11	28	–	–	1	1	–	2	–	–	7.6	2.2
41	28	–	28	10	–	–	1	–	–	–	–	–	7.2	1.4
42	34	1	24	16	17	1	1	1	1	–	–	–	7.5	1.6
43	60	6	19	4	–	4	5	2	–	–	1	–	6.6	1.2
44	15	4	9	20	–	4	–	–	–	1	–	–	7.3	1.6
45	14	–	15	29	7	1	–	–	–	–	–	–	7.4	1.4
46	13	–	3	17	11	–	–	–	–	–	–	–	7.4	1.3
47	24	–	5	1	–	1	–	1	–	1	–	–	7.4	2.0
48	–	–	3	6	–	–	–	–	2	–	–	–	7.9	2.6
49	7	3	6	4	5	–	–	–	–	–	–	–	6.5	1.3
50	8	–	2	8	–	–	–	–	–	–	–	–	8.2	2.2
51	6	–	7	6	2	1	–	–	–	–	–	–	7.4	2.0
52	18	–	6	3	–	–	1	–	–	–	–	–	8.2	2.3
53	149	12	59	8	2	1	2	–	1	1	–	–	2.1	1.4
54	75	12	14	3	2	–	6	–	–	1	–	–	6.7	1.4
55	76	12	14	43	1	1	1	–	–	–	–	–	2.5	1.9

56	83	8	6	13	1	–	1	2	–	–	–	–	7.3	1.5
57	62	2	13	24	1	1	–	–	–	2	1	–	7.8	2.0
58	48	7	3	15	17	–	–	1	1	–	–	–	7.6	2.0
59	64	7	15	6	–	7	–	–	–	–	–	–	7.6	1.9
60	71	16	8	1	1	1	–	–	–	–	–	–	7.1	1.8
61	25	5	26	64	17	1	–	1	–	–	–	–	7.1	1.6
62	44	1	20	26	–	2	–	1	–	–	–	–	8.0	2.5
63	126	–	10	9	–	–	–	–	–	–	1	–	7.7	1.8
64	273	9	414	41	–	–	1	–	–	–	–	1	7.8	1.9
65	9	–	–	3	5	–	–	–	–	–	–	–	7.2	1.8
66	1	–	3	1	–	–	–	–	–	1	–	–	8.6	3.0
67	2	–	6	4	–	–	–	–	–	–	–	–	7.5	1.7
68	59	4	16	22	6	2	–	–	–	–	–	–	7.3	1.8
69	47	4	9	30	–	2	–	–	–	–	–	–	7.2	1.9
70	11	–	5	3	2	–	–	1	–	1	–	–	7.7	1.9
71	27	3	3	8	2	–	–	1	–	–	–	–	6.8	1.5
72	11	–	5	6	6	1	–	–	–	2	–	–	7.3	1.7
73	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	8.7	2.0
74	41	5	7	17	14	2	–	–	–	1	–	–	7.1	1.6
75	66	22	12	16	–	–	–	–	–	–	–	–	7.4	1.9
76	81	19	15	18	–	2	–	2	–	3	–	–	7.0	1.5
77	–	–	1	3	–	–	–	1	1	–	–	–	7.5	1.6
78	66	8	21	16	2	1	2	1	–	–	–	–	7.0	1.4
79	62	8	10	20	8	1	–	–	–	–	–	–	8.1	1.8
80	26	3	10	31	6	–	1	–	1	–	2	–	7.2	1.6
81	42	5	13	5	2	2	1	–	–	2	–	–	7.1	1.5
82	33	8	3	16	–	1	1	–	1	1	–	–	7.4	2.0
83	23	2	9	9	14	–	–	–	–	4	–	–	6.7	1.2
84	42	2	10	17	5	–	–	–	–	–	–	–	8.6	2.4
85	22	3	14	4	2	–	1	–	–	–	1	–	8.2	1.6
86	63	5	16	6	3	–	2	1	1	–	–	–	7.0	1.3
87	9	–	4	2	9	1	–	–	–	–	–	–	7.0	1.5
88	14	3	4	23	1	–	–	–	–	1	–	–	7.0	1.4
89	22	8	2	3	–	1	–	–	–	–	–	–	7.9	2.4
90	19	4	2	4	–	–	–	–	–	–	–	–	7.8	2.1
91	46	2	7	3	–	1	–	–	–	–	–	–	7.4	1.7
92	46	8	16	11	–	–	1	–	–	–	–	–	7.4	1.8
93	73	23	14	5	–	3	2	3	–	–	–	–	7.3	1.7
94	33	8	8	9	2	–	2	–	–	1	1	1	7.8	1.8
95	7	2	6	11	–	–	1	–	–	–	–	–	7.3	1.7
96	60	8	17	14	–	2	–	–	–	–	–	–	8.1	2.2
97	72	26	18	7	–	1	–	–	–	–	–	–	7.2	1.4
98	261	1	3	–	8	3	1	–	–	–	–	–	7.3	1.6
99	60	22	11	3	5	3	2	–	–	–	–	–	7.3	1.7
100	–	7	1	2	1	–	–	–	–	–	–	–	7.1	1.5
計	4,005	479	1,500	1,009	377	79	45	53	18	47	6	2	743.3	181.1
													平均	平均
%	5,257	628	1,969	1,324	4.94	1.03	0.59	0.69	0.23	0.60	–	–	7.43	1.81

表中に用いた餌料生物種名の略語

Bos : *Bosmina longircstris*, Bosmi : *Bosminopsis deitersi*, Cyc : *Cyclops vicinus*, Holo : *Holopedium gibberum*, Asp : *Asplanchna* sp., Alo : *Alona* sp., Chy : *Chydorus spericus*

サケ・マス属魚類の交雑試験について I.

寺尾俊郎（北海道立水産孵化場）　林中信男（北海道立水産孵化場）

On the Artificial Hybridization among the Salmonid Fishes. I.

Toshiro TERAO and Nobuo HAYASHINAKA

I 緒　　言

脊椎動物の間には一般に厳正な種別性があつて異種間の交雑は略々不能とされているが，唯硬骨魚のみは例外であつて，その科目間にあつてさえ可能なものがある。しかしこれらの交雑に於ては多くは分裂の初期に不規則となり，幼胚の形成を為さずに死滅するものも多かつた。魚類の異種間交雑（異系交雑）により品種改良という遺伝学的研究を産業的分野に応用することが古くから行なわれている。鮭鱒類（*Salmonidae*）の交雑についての研究は Fraas（1854）が鱒類（*Trout*）で行なつたのを嚆矢として，近年には Phillips et.（1923），稲葉（1953），Alm（1954），Wright（1955），Buss and Wright（1956，1957）などがある。一方鮭類（*Salmon*）として平木（1924），藤田（1926），Foester（1935），早栗（1936），佐野・江口（1936），大島（1959）等の報告があり，これら人為的交雑の他に天然繁殖の状態に於ても交雑が可能であることが知られている。そこで著者等は本道の棲息適種である冷水性の鮭鱒属の魚種間の交雑を行ない，肉質味覚に秀れ，大型魚種に成長する特性を有し，しかも生態的に内水面漁業適種となり養殖事業に寄与する魚種の品種改良と固定を目的として昭和33年10月（1958年）より特に支笏湖産ヒメマス及び千歳川溯上サケ各親魚を主に試験を実施しているので現在迄（36年11月）の結果を報告する。

本文に入るに先立ち，試験の機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治，同次長竹谷孫橘，御校閲並びに御指導御助言を承つた北海道立水産孵化場調査課長江口弘，供試卵の提供を快諾された北海道さけますふ化場並びに種々御援助御便宜を戴いた千歳支場長石川博，倉橋澄雄はじめ場員各位，支笏湖事業場主任佐々木正三，写真撮影の労を煩わした北海道さけますふ化場調査課小林哲夫の諸氏に対し深甚の謝意を表します。

II 材料及び方法

供試親魚（P）は支笏湖産ヒメマス，*Oncorhynchus nerka* var. *nerka*（Walbaum），千歳川溯上西越採卵場にて捕獲されたサケ，*Oncorhynchus keta*（Walbaum），及びサクラマス，*Oncorhynchus masou* var. *masou*（Brevoort）及び千歳孵化場養魚池で飼育したヤマベ *Oncorhynchus masou* var. *ishikawae*（JORDAN et Mc GREGOR）である。

その各種間の交雑方法及び供試卵数は第1表の通りである。交雑する雌魚と雄魚とは同一の水域に存在せず，その棲息する水域にかなりの距離がある場合には卵子又は精液の運搬をよぎなくされたが，つとめて未授精卵の運搬は避けて精液を運ぶようにした。その方法は直径1.5cm，高さ5cmのガラス管瓶に精液を搾出し，そのものを小型魔法瓶を氷片と共に収容し，気温4℃．以下の低温に保存した。受精交雑方法は亜鉛曳き円型孵化盆中で乾導法により行なつた。現場に於て媒精後の卵子は充分吸水せしめて後，水に浸漬した晒袋中に交雑卵を入れ，それを卵運搬箱に水苔けで覆い孵化器設置場所の千歳孵化場迄運び孵化器に収容した。使用孵化器は昭和33年，昭和35年は簡易竪型孵化器を，昭和34年は鋼鉄製立体孵化器で稚魚孵出迄それぞれ使用した。交雑方法，運搬経過及びその他の状況については第2表，第3表及び第4表にそれぞれ示した通りである。

第 1 表　　各年度に於る交雑供試親魚及び卵数

交雑法 No.	実施年度 交雑方法 ♀	♂	昭和33年 精液搾出月日	採卵受精月日	使用親魚数 ♀	♂	採卵使用卵数（粒）	昭和34年 精液搾出月日	採卵受精月日	使用親魚数 ♀	♂	採卵使用卵数（粒）	昭和35年 精液搾出月日	採卵受精月日	使用親魚数 ♀	♂	採卵使用卵数（粒）
対照	ヒメマス	ヒメマス	29/X	29/X	10	2	3,500	24/X	24/X	15	5	5,720	−	−	−	−	−
(1)	ヒメマス	ヤマベ	28/X	29/X	10	2	3,500	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
(2)	ヒメマス	サケ	29/X	29/X	10	2	3,500	24/X	24/X	10	1	4,160	2/XI	2/XI	20	2	12,000
(3)	サケ	ヒメマス	30/X	31/X	1	3	2,180	24/X	24/X	1	5	1,230	2/XI	2/XI	3	7	12,560
(4)	ヒメマス	サクラマス	−	−	−	−	−	24/X	24/X	15	1	5,720	2/XI	2/XI	15	2	7,000
(5)	サケ	サクラマス	−	−	−	−	−	24/X	24/X	1	1	1,350	24/X	24/X	3	3	11,560
(6)	サクラマス	ヒメマス	−	−	−	−	−	24/X	24/X	2	5	5,830	−	−	−	−	−
(7)	サクラマス	サケ	−	−	−	−	−	24/X	24/X	2	1	4,050	−	−	−	−	−
対照	サクラマス	サクラマス	−	−	−	−	−	24/X	24/X	2	1	4,150	−	−	−	−	−

浮上した稚魚の餌付けはアトキンス孵化槽（12尺×1尺×1.5尺）を屋内に設置して行なつた。餌料は最初牛肝臓，鶏卵卵黄，魚卵等を粒子細砕して与え，以後成長と共に餌は鮒を粉末としたものを主として与えるようにした。

餌付け開始後約2ケ月はアトキンス孵化槽を用い飼育し，それ以後は屋外稚魚池で木板で光線の直射を防止して飼育している。養魚池は長さ90cm，幅60 cm，深さ56cmのコンクリート作りである。使用水は湧水で，その水量は204 l/min である。飼育中の年間の水温は8.0°C±1.2であつた。

標本の固定には魚卵子のためにはブアン氏液を，魚体には10%ホルマリン液を使用した。

第 2 表　　昭和33年度に交雑せるものの試験結果

項目 ＼ 交雑方法 ♀×♂	対照 ヒメマス×ヒメマス	ヒメマス×ヤマベ	ヒメマス×サケ	サケ×ヒメマス
精液搾出場所	支笏湖事業場舎内	千歳孵化場屋外	西越採卵場舎内	支笏湖事業場舎内
精液搾出時刻	29/X，10.15A.M.	28/X，6.15P.M.	28/X，11.10A.M.	30/X，4.30P.M.
採卵場所	支笏湖事業場舎内	支笏湖事業場舎内	支笏湖事業場舎内	西越採卵場舎内
採卵媒精時刻	29/X 10.00～10.15A.M.	28/X 10.00～10.15A.M.	29/X 10.00～10.15A.M.	31/X，11.00A.M.
精液搾出時気温（°C）	9.7	7.2	10.0	12.3
採卵媒精時気温（°C）	9.7	9.7	9.7	10.4
精液保存温度（°C）	−	3.4	3.6	5.0
媒精用水名	湧水	湧水	湧水	地下水
媒精水水温（°C）	5.0	5.0	5.0	6.4
精液運搬目的地	−	支笏湖事業場舎内	支笏湖事業場舎内	西越採卵場舎内
〃　到着時刻	−	29/X 8.30～9.40A.M.	29/X 8.30～9.40A.M.	31/X 4.00～5.30P.M.
親魚取揚時水温（°C）	♀ ♂ 10.2	♀ 7.4，♂10.2	♀10.2，♂11.0	♀12.0
使用親魚体長♀（cm）	24.3～26.5	24.3～26.5	24.3～26.5	68.0
〃　♂（cm）	24.3～26.2	18.5	65.5～70.0	24.3～26.5
使用親魚体重♀（g）	201～250	201～250	201～250	4,320
〃　♂（g）	208～265	238	4,730	201～250
孵化器卵収容時刻	29/X，2.00P.M.	29/X，2.00P.M.	29/X，2.00P.M.	31/X，4.10P.M.

第 3 表　昭和34年度に交雑せるものの試験結果

交雑方法 ♀ × ♂ / 項目	対照 ヒメマス×ヒメマス	対照 サクラマス×サクラマス	ヒメマス×サクラマス	ヒメマス×サ　ケ
精液搾出場所	支笏湖事業場舎内	西越採卵場舎内	西越採卵場舎内	西越採卵場舎内
〃 時刻	24/X 11.00～11.30A.M.	24/X 1.00～1.30P.M.	24/X 1.00～1.30P.M.	24/X 1.00～1.30P.M.
採卵場所	支笏湖事業場舎内	西越採卵場舎内	支笏湖事業場舎内	支笏湖事業場舎内
採卵媒精時刻	24/X 3.00～4.00P.M.	24/X 1.00～1.30P.M.	24/X 3.00～4.00P.M.	24/X 3.00～4.00P.M.
精液搾出時気温(℃)	10.7	−5.3	−5.3	−5.3
精液保存温度(℃)	2～6	2～6	2～6	2～6
媒精用水名	湧水	地下水	湧水	湧水
媒精水水温(℃)	7.3	5.4	7.3	7.3
精液運搬目的地	−	−	支笏湖事業場	支笏湖事業場
〃 到着所要時間	−	−	24/X 1.00～1.30P.M.	24/X 1.00～1.30P.M.
使用親魚体長 ♀	24～27cm	48～63cm	24～27cm	24～27cm
〃 ♂	24～27cm	48～63cm	24～63cm	65～70cm
卵孵化器収容時刻	24/X, 6.00P.M.	24/X, 6.00P.M.	24/X, 6.00P.M.	24/X, 6.00P.M.

交雑方法 ♀ × ♂ / 項目	サクラマス×サ　ケ	サクラマス×ヒメマス	サ　ケ×ヒメマス	サ　ケ×サクラマス
精液搾出場所	西越採卵場舎内	支笏湖事業場舎内	支笏湖事業場舎内	支笏湖事業場舎内
〃 時刻	24/ X1.00～1.30P.M.	24/X 11.00～11.30A.M.	24/X 11.00～11.30A.M.	24/X 1.00～1.30P.M.
採卵場所	西越採卵場舎内	西越採卵場舎内	西越採卵場舎内	西越採卵場舎内
採卵媒精時刻	24/X 1.00～1.30P.M.	24/X 1.00～1.30P.M.	24/X 1.00～1.30P.M.	24/X 1.00～1.30P.M.
精液搾出時気温(℃)	−5.3	10.7	10.7	10.7
精液保存温度(℃)	2～6	2～6	2～6	2～6
媒精用水名	地下水	地下水	地下水	地下水
媒精水水温(℃)	5.4	5.4	5.4	5.4
精液運搬目的地	−	西越採卵場	西越採卵場	−
〃 到着所要時間	−	24/X 12.00～1.00P.M.	24/X 12.00～1.00P.M.	−
使用親魚体長 ♀	48～63cm	48～63cm	65～68cm	65～68cm
〃 ♂	65～70cm	24～27cm	24～27cm	48～63cm
卵孵化器収容時刻	24/X, 6.00P.M.	24/X, 6.00P.M.	24/X, 6.00P.M	24/X, 6.00P.M.

第 4 表　昭和35年度に交雑せるものの試験結果

交雑方法 ♀ × ♂ / 項目	サ　ケ×サクラマス	ヒメマス×サクラマス	サ　ケ×ヒメマス	ヒメマス×サ　ケ
採卵場所	西越採卵場舎内	支笏湖事業場舎内	西越採卵場舎内	支笏湖事業場舎内
採卵時刻	24/X, 11.00A.M.	2/XI, 10.00A.M.	2/XI, 9.00A.M.	2/XI, 10.30A.M.
精液搾出場所	西越採卵場舎内	西越採卵場舎内	支笏湖事業場舎内	西越採卵場舎内
精液搾出時刻	24/X, 11.30A.M.	2/XI, 9.00A.M.	2/XI, 10.00A.M.	2/XI, 9.00A.M.
受精媒精時刻	24/X, 11.30A.M.	2/XI, 10.00A.M.	2/XI, 10.00A.M.	2/XI, 10.30A.M.
精液搾出時気温(℃)	15.6	15.6	15.2～18.3	15.3～18.3
媒精時気温(℃)	15.6	15.2～18.3	14.3～15.2	14.3～15.2
精液保存温度(℃)	−	2～4	−	2～4
卵子保存温度(℃)	−	−	4～8	−
媒精用水名	地下水	湧水	湧水	湧水
媒精水水温(℃)	10.0	6.4	6.4	6.4
精液運搬目的地	−	支笏湖事業場舎内	−	支笏湖事業場舎内

交雑方法♀×♂ / 項目	サ　ケ×サクラマス	ヒメマス×サクラマス	サ　ケ×ヒメマス	ヒメマス×サ　ケ
精液到着所要時間	−	120分間	−	120分間
使用親魚体長　♀	65～68cm	23～25cm	65～68cm	23～25cm
〃　♂	56～58cm	56～58cm	21～27cm	57～65cm
卵孵化器収容時刻	24/X, 1.05P.M.	2/XI, 1.00P.M.	2/XI, 1.00P.M.	2/XI, 1.00P.M.
交雑卵運搬所要時間	95分間	130分間	130分間	130分間

Ⅲ 試 験 結 果

1. 受精率，発眼率及び孵化率。

媒精後受精より孵化迄の成績は第5表に示す通りである。なお受精率の推定には媒精後24時間経過した供試卵中より標本抽出して，固定して算定した。

第 5 表　　各年に於る受精より孵化迄の交雑成績

年度	交雑方法No.	交雑方法 ♀	交雑方法 ♂	採卵受精卵数（粒）	交配年月日	運搬中 死卵数（粒）	運搬中 死卵率（%）	受精 卵数（粒）	受精 率（%）	発眼 卵数（粒）	発眼 率（%）	孵化 尾数	孵化 率（%）	孵化 年月日	孵化所要日数
33	対照	ヒメマス	ヒメマス	3,500	29/X 1958	50	1.40	−	91.3	3,020	88.9	2,890	85.0	10/I～20/I 1959	70～80
	(1)	ヒメマス	ヤマベ	3,500	29/X 1958	20	0.60	−	97.9	3,230	95.0	1	0.0	−	−
	(2)	ヒメマス	サケ	3,500	29/X 1958	30	0.70	−	85.8	2,100	61.9	1,570	46.1	20/I～3/II 1959	70～90
	(3)	サケ	ヒメマス	2,180	30/X 1958	10	0.50	−	91.4	1,360	69.5	1,330	63.8	20/I～30/I 1959	70～90
34	対照	ヒメマス	ヒメマス	5,720	24/X 1959	255	4.46	−	−	5,255	91.87	5,050	91.86	15/I～22/I 1960	62～75
	(2)	ヒメマス	サケ	4,160	24/X 1959	616	14.80	−	−	3,220	77.40	100	2.40	25/XII 1959 7/I 1960	60～78
	(3)	サケ	ヒメマス	1,230	24/X 1959	40	3.25	−	−	1,030	83.74	25	2.03	23/XII 1959 10/I 1960	60～78
	(4)	ヒメマス	サクラマス	5,720	24/X 1959	251	4.09	−	−	1,670	29.20	0	0.0	−	−
	(5)	サケ	サクラマス	1,350	24/X 1959	21	1.55	−	−	111	52.66	1	0.0	−	−
	(6)	サクラマス	ヒメマス	3,830	24/X 1959	20	0.52	−	−	810	21.15	2	0.0	−	−
	(7)	サクラマス	サケ	4,050	24/X 1959	17	0.42	−	−	1,930	47.65	0	0.0	−	−
	対照	サクラマス	サクラマス	4,140	24/X 1959	−	−	−	−	3,720	90.00	3,720	90.00	25/XII 1959 7/I 1960	62～75
35	(2)	ヒメマス	サケ	12,000	2/XI 1960	40	0.34			11,998	89.62	10,042	83.65	22/I～30/II 1961	82～120
	(3)	サケ	ヒメマス	12,560	2/XI 1960	20	0.16			12,554	96.31	5,320	42.37	22/I～29/II 1961	82～120
	(4)	ヒメマス	サクラマス	7,000	2/XI 1960	30	0.43			830	11.83	230	3.30	30/I～29/II 1961	90～121
	(5)	サケ	サクラマス	11,560	24/X 1960	30	0.26			11,498	71.86	7,966	68.93	20/I～15/II 1961	88～103

（1） ヒメマス（♀）×ヤマベ（♂）の交雑（F_1）

ヤマベ♂親魚より精液を搾り約1日低温（4℃）で保存してヒメマス卵と交雑させたが受精率97.9%，発眼率95.0%と共に良く，対照のヒメマス同志の F_1 と比べ劣らず良い結果であつたが，孵出稚魚は只1尾で畸型魚であつた。又発眼卵中の脊索も歪曲して正常でなかつた。このような孵出率の悪いことは佐野・江口（1936）の結果とほぼ同様であつた。

（2） ヒメマス♀×サケ♂の交雑（F_1）

3回に亘り交雑試験の結果は受精率85.8%，発眼率は1回目61.9%，2回目77.4%，3回目で89.62%と非常に良く，又孵化率は1回目46.1%，2回目2.4%，3回目83.6%とその時により差はあつたが，総じて良い結果

であつた。この結果は藤田（1926），佐野・江口（1936）の結果に於ても同様であったことを述べている。又孵化所要日数はサケとヒメマスの孵化日数の中間であった。又孵出稚魚も大きさ，体色共に両親魚の中間的のものが多かったが，ヒメマス同志の稚魚に強く似ている。

（3） サケ♀×ヒメマス♂の交雑（F_1）

受精率91.4%，発眼率1回目69.5%，2回目83.7%，3回目96.31%，孵化率1回目63.8%，2回目2.03%，3回目42.37%で，この結果はヒメマス（♀）×サケ（♂）交雑魚の場合と同じく良い結果である。このような結果は佐野・江口（1936）の報告と同様である。

（4） ヒメマス（♀）×サクラマス（♂）の交雑（F_1）

千歳川溯上のサクラマス（♂）と支笏湖産のヒメマス（♀）との交雑であるが発眼率は1回目29.2%，2回目は11.83%で，孵化率は1回目に全滅し，2回目は3.30%で非常に低率であつた。この結果佐野・江口（1936）の0.26%とほぼ同じく成績は悪かつた。この結果はヒメマス（♀）×ヤマベ（♂）と比較すると成績が異なり，親魚♂のヤマベとサクラマスは同種に属するが，生態的にのみ異なるということと考え合わせ興味ある点と思われる。

（5） サケ（♀）×サクラマス（♂）の交雑（F_1）

同じ千歳川溯河親魚（P）の交雑であるが，サクラマスの溯河がサケよりも早く産卵盛期はずれている。その交雑の結果による発眼率は1回目52.66%，2回目71.86%，孵化率は1回目は全滅したが，2回目は68.93%であった。

佐野・江口（1936）の結果は発眼率78.4%，孵化率62.2%とほぼ2回目の交雑結果と同じく，この程度の成績が可能であろうと思われる。

（6） サクラマス（♀）×ヒメマス（♂）の交雑（F_1）

この交雑は1回行なつたが，発眼率21.15%であつたが，孵化は行なわれなく全滅した。佐野・江口（1936）の報告では発眼するものなく全滅した。

（7） サクラマス（♀）×サケ（♂）の交雑（F_1）

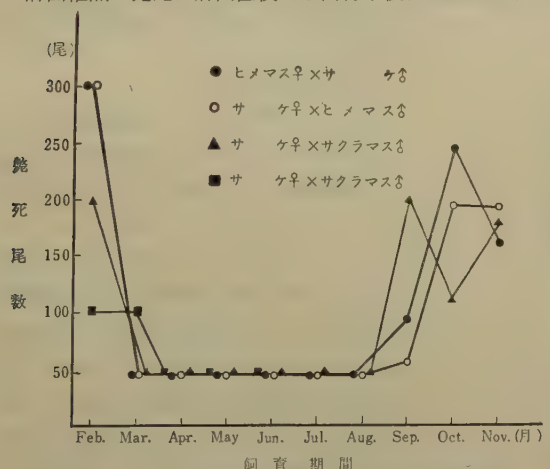
サクラマス（♀）×ヒメマス（♂）の交雑結果と同じく，発眼率は47.65%であつたが孵化せず全滅した。

以上交雑結果から考察すると卵子及び精液それぞれの成熟度合，交雑媒精方法，卵子運搬，精液保存，媒精卵の孵化管理という要因によりその成績に変動が出るものと思われる。

2. 交雑魚の成育状況

（1） 斃死率

孵出稚魚の斃死は孵出直後より餌付け後約2週間が最も多い。



第1図　1960年度交雑魚の各月における斃死尾数

第6表　1960年交雑魚の斃死尾数

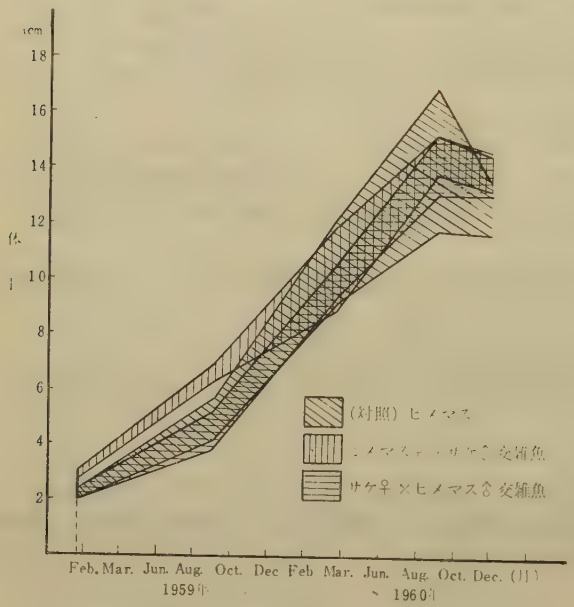
交雑種飼育 / 年月日	ヒメマス♀×サケ♂	サケ♀×ヒメマス♂	サケ♀×サクラマス♂	ヒメマス♀×サクラマス
1961年2月	300以下	300以下	200以下	100以下
〃 3月	50 〃	50 〃	50 〃	100 〃
〃 5月	50 〃	50 〃	50 〃	50 〃
〃 6月	50 〃	50 〃	50 〃	50 〃
〃 7月	50 〃	50 〃	50 〃	−
〃 8月	50 〃	50 〃	50 〃	−
〃 9月	90	51	203	−
〃 10月	243	195	113	−
〃 11月	164	194	181	−

その他の顕著な時期は1960年の交雑魚についてみると第6表及び第1図に見られるように1年目の9月より11月迄に斃死率が高くなつている。これは1958年交雑魚についてもほぼ同傾向だつた。この主なる要因と

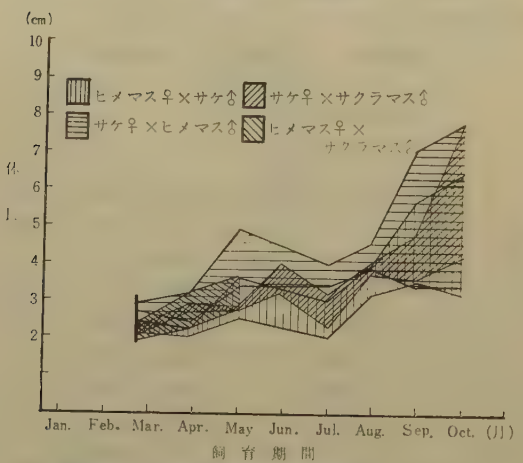
しては日射量の変化による生理的変化，成長に伴なう棲息密度及び生態的条件等の変化によるものであろう。特にこれら交雑魚は飼育中非常に人影，物音に驚き易かつた。

（2） 成 長 度

成長を体長について1958年，1960年の交雑魚について標本を抽出して測定した。その結果は附表Ⅰ，附表Ⅱ及び第2図，第3図に示した通りである。交雑魚の成長状況はそれぞれ特に著しい差異は見られず，それぞれの体長分布範囲は比較的大きかつた。これら交雑魚の成長は飼育池の面積，摂餌量，飼育密度等により大きく影響されると考えられる。しかし現在迄交雑魚を飼育した結果では全体的にみて著しい成長度を示すのは1年のうち6月より9月迄の期間が大であつた。又成長は飼育の結果約1ケ年で6～7cmに，満2年で13～15cmに成長し得ることが知られた。



第2図　1958年交雑魚の体長範囲による成長



第3図　1960年交魚雑の体長範囲による成長

（3） 形態的特徴

交雑魚の特徴は孵出稚魚で交雑魚（P）の雌側同志の稚魚により大きく類似している。更に成育した稚魚について形態的特徴を知るために，1960年に交雑した交雑魚5尾について測定した。その平均値の結果は附表Ⅲに，又それらの測定値より体長又は頭長に対する各部位の比率を算出して比較した。各部位の体長又は頭長に対する比率値は附表Ⅳの通りである。その値より各交雑魚の間の形態的差異は明確に認められない。しかしサケとヒメマスとの間の相互交雑魚についてみると両者ともサケ稚魚よりヒメマス稚魚に似ている。又パールマークについてもほぼ同様でヒメマス稚魚により多く類似している。又サケ♀×サクラマス♂交雑魚についてパールマークは一部サクラマス特有のものがあることが見られた。

しかしそれらの交雑種の親魚に対する類似性は今後更に多くの標本により検討する必要がある。

（4） 生殖巣の発達

測定した各個体についての雌雄の判別は肉眼的には体長5～7cmではやや困難であるが，解剖顕微鏡下では容易であつた。体長7cmのものでサケ♀×ヒメマス♂，ヒメマス♀×サケ♂，サケ♀×サクラマス♂でもほぼ同じく長さ1.5cm，幅0.1cmの雌(♀)の生殖巣が形成されていた。雄の生殖巣は雌より細いものが形成されている。又1958年交雑魚サケとヒメマスとの相互の交雑種に於て満2ケ年飼育経過したものでもその生殖巣の発達は著しくないが，形成は見られた。この形成されている生殖巣は対照としたヒメマス稚魚と比較して交雑魚のそれぞれに於ても変つた形態は見られなかつた。これより今後交雑魚の成熟が可能なことが期待され得る。

Ⅳ 摘　　要

(1). 1958年，1959年，1960年の3回に亘り支笏湖産親魚ヒメマス，千歳川溯上親魚サケ及びサクラマス等により交雑試験を行なつた。

(2). 3回の試験結果サケ♀×ヒメマス♂，ヒメマス♀×サケ♂の交雑魚が受精より孵出及び千歳孵化場養魚池飼育中の成績迄最も良好であつた。その他の交雑魚はサケ♀×サクラマス♂が良かつた。

(3). 1960年に交雑した稚魚について形態的特徴を測定値の比率についてみたが，サケとヒメマスとの間の交雑種は相互共にヒメマスの値に近かつた。

(4). 斃死率は孵出後より餌付後約2週間と1ケ年目の9月より11月迄の期間が大であつた。

(5). 生殖巣の発達は満2年魚迄も著しくないが，生殖巣の形成はサケ♀×ヒメマス♂，ヒメマス♀×サケ♂，サケ♀×サクラマス♂の各交雑魚で行なわれているため交雑魚の生殖巣の成熟は将来可能であろうと考えられる。

文　　献

1. Phillips, W. J. et. 1923：Hybridism of Salmo irideus and Salmo fario in Australia. Salmon and Trout mag. No. 31.
2. 越田秀包　1926：鱒の生態調査と交配について．水産研究誌35巻，7号，180～183頁.
3. 越田秀包　1926：鱒の生態調査と交配について．水産研究誌35巻，8号，201～203頁.
4. 藤田経信　1926：鮭鱒類の雑種（F_1）に現われる性質について．動物学雑誌38巻，44号，38～51頁.
5. 佐野誠三・江口弘　1936：鮭鱒属異種交配試験．水産孵化場復命書．昭和11年.
6. 早粟操　1936：鱒類の交配について，水産研究誌，31巻，5号，251～258頁.
7. 片山正夫　1939：魚類の遺伝，水産研究誌，34巻，7号，8号，9号，10号，11号.
8. 大島正満　1940：魚，三省堂刊，135～140頁.
9. 大島正満　1959：天竜川上流三峰川で採捕されたアマゴとヤマメの間種，動物学雑誌68巻，7号.
10. D. Inaba 1953：On the Breeding and Hybridization among the Salmonid Fishes. I. J. Tokyo Univ. Fisheries. Vol. 39, No. 2. pp 215～222.
11. Gunnar Alm 1954：Artificial Hybridization between different Species of the Salmon Tamily Annual Rep.No. 36, Institute of Freshwater Research, Drottningholm, Sweden. pp 13～56.
12. J. E. Wright 1955：Chromosome Numbers in Trout. progressive Fish-Culturist Vol. 17, No. 4. pp.
13. Keen Buss and J. E. Wright 1957：Appearance and Fertility of Trout Hybrids. Transaction of American Fisheries Society. No. 87, pp 172～181.

写真 1. ヒメマス♀×サケ♂交雑種（孵化後9ヶ月，採集年月 Nov. 1961）
写真 2. サケ♀×ヒメマス♂交雑種（孵化後9ヶ月，〃　〃　）
写真 3. サケ♀×サクラマス♂交雑種（孵化後9.5ヶ月　〃　〃　）

4

写真　4.　1958年10月交雑魚（採集年月，Oct. 1960）
上側より　1.　ヒメマス♀×サケ♂交雑種（孵化後22ケ月）
2.　サケ♀×ヒメマス♂交雑種（孵化後22ケ月）
3.　ヒメマス対照魚（孵化後22ケ月）

附表 I　1958年10月に交雑した交雑魚の成育状況

交雑種名	（対照） ヒメマス♀×ヒメマス♂			
測定月日	VIII. 15. 1959	II. 23. 1960	VIII. 30. 1960	XI. 28. 1960
飼育日数	188	380	568	658
測定尾数	10	7	10	8
体長範囲（cm）	4.05～5.73	9.2～12.2	11.8～16.9	11.7～13.5
平均体長（cm）	4.86	10.97	13.26	13.00
体重範囲（gr.）	0.92～2.66	10.5～23.0	16.0～52.5	17.0～39.0
平均体重（gr.）	1.90	16.67	28.95	30.75
肥満度範囲（平均）	1.30～1.56（1.47）	1.08～1.30（1.19）	0.97～1.79（1.32）	1.06～1.66（1.36）

交雑種名	② ヒメマス♀×サケ♂			
測定月日	VIII. 15. 1959	II. 23. 1960	VIII. 30. 1960	XI. 28. 1960
飼育日数	188	380	568	658
測定尾数	4	7	9	6
体長範囲（cm）	6.45～7.00	8.80～12.00	13.8～15.3	13.2～14.4
平均体長（cm）	6.61	10.33	14.42	13.70
体重範囲（gr.）	3.17～3.82	8.1～16.0	33.0～40.2	38.0～39.5
平均体重（gr.）	3.45	12.00	33.60	39.33
肥満度範囲（平均）	1.04～1.25（1.13）	0.92～1.19（1.08）	1.01～1.71（1.40）	1.26～1.71（1.54）

交雑種名	③ サケ♀×ヒメマス♂			
測定月日	VIII. 15. 1959	II. 23. 1960	VIII. 30. 1960	XI. 28. 1960
飼育日数	188	380	568	658
測定尾数	6	8	7	7
体長範囲（cm）	3.82～5.21	9.4～10.3	13.0～15.4	13.0～14.5
平均体長（cm）	4.32	9.95	14.20	14.05
体重範囲（gr.）	0.78～1.94	10.3～13.1	25.5～41.3	27.0～40.0
平均体重（gr.）	1.19	11.80	34.50	33.25
肥満度範囲（平均）	1.31～1.50（1.14）	1.16～1.24（1.19）	1.01～1.36（1.20）	1.08～1.31（1.19）

（註） 餌付けは1959年3月9日より開始

附表 II　1960年10・11月に交雑した交雑魚の成育状況

交雑種名	② ヒメマス♀×サケ♂							
測定月日	XII・12・1960	II・23・1961	III・28・1961	V・31・1961	VII・1・1961	VII・29・1961	VIII・30・1961	IX・30・1961
飼育日数	−	8	33	67	98	126	158	189
測定尾数(卵数)	20粒	6	6	6	7	7	7	60
体長範囲 (cm)	発眼卵径 0.72～0.78	2.1～2.4	2.0～2.2	2.5～3.6	2.0～3.0	3.2～4.0	3.5～5.7	3.2～6.5
平均体長 (cm)	0.75	2.23	2.10	2.93	2.33	3.51	4.37	4.96
体重範囲 (gr.)	−	0.08～0.12	0.05～0.10	0.24～0.40	0.20～0.67	0.52～1.10	0.50～2.70	0.35～3.35
平均体重 (gr.)	−	0.10	0.073	0.311	0.377	0.698	1.185	1.696
肥満度範囲(平均)	−	0.82～0.94 (0.895)	0.54～0.97 (0.783)	0.85～1.72 (1.340)	0.68～2.48 (1.441)	1.37～1.71 (1.561)	1.02～1.62 (1.284)	0.99～1.50 (1.162)
斃死尾数	−	70尾以下	50尾以下	50尾以下	50尾以下	50尾以下	50尾以下	90

交雑種名	③ サケ♀×ヒメマス♂							
測定月日	XII・12・1960	II・23・1961	III・28・1961	V・31・1961	VII・1・1961	VII・29・1961	VIII・30・1961	IX・30・1961
飼育日数	−	8	33	67	98	126	158	189
測定尾数（卵数）	20粒	5	6	6	7	5	9	51
体長範囲 (cm)	発眼卵径0.491～0.497	2.7～2.9	2.4～3.2	3.4～4.9	3.4～4.0	3.9～4.6	3.4～7.1	3.4～7.8
平均体長 (m)	0.494	2.80	2.93	3.90	3.64	4.25	5.62	6.07
体重範囲 (gr.)	−	0.25～0.30	0.20～0.33	0.35～1.05	0.47～0.93	0.95～1.45	0.54～4.45	0.55～4.95
平均体重 (gr.)	−	0.275	0.273	0.608	0.655	0.120	2.304	2.550
肥満度範囲(平均)	−	1.14～1.37 (1.25)	1.007～1.45 (1.09)	0.714～1.23 (0.995)	1.09～1.45 (1.320)	1.48～1.60 (1.540)	1.11～1.98 (1.387)	0.84～1.42 (1.090)
斃死尾数	−	80尾以下	50尾以下	50尾以下	50尾以下	50尾以下	50尾以下	51

交雑種名	④ ヒメマス♀×サクラマス♂				
測定月日	XII・12・1960	II・23・1961	III・28・1961	V・31・1961	VII・1・1961
飼育日数	−	8	33	67	98
測定尾数(卵数)	20粒	6	6	7	
体長範囲 (cm)	発眼卵径0.507～0.562	1.9～2.3	2.2～3.1	2.6～3.6	全
平均体長 (cm)	0.534	2.10	2.65	2.87	魚
体重範囲 (gr.)	−	0.06～0.13	0.12～0.30	0.20～0.67	斃
平均体重 (gr.)	−	0.096	0.210	0.323	死
肥満度範囲(平均)	−	0.82～1.46 (1.068)	0.88～1.16 (1.043)	1.05～1.59 (1.291)	
斃死尾数	−	100尾以下	100尾以下	50尾以下	

（註）

餌付け開始1961年3月15日より

$$肥満度(F)=\frac{体重}{体長^3}\times 100$$

単位は体重(W)は gr

体長(L)は cm.

交雑種名	⑤ サケ♀×サクラマス♂							
測定月日	XII・12・1960	II・23・1961	III・28・1961	V・31・1961	VII・1・1961	VII・29・1961	VIII・30・1961	IX・30・1961
飼育日数	−	8	33	67	98	126	158	189
測定尾数(卵数)	20粒	5	8	6	8	9	9	50
体長範囲 (cm)	発眼卵径0.638～6.42	2.1～2.2	2.5～2.8	2.7～2.8	3.2～4.0	3.7～4.0	3.6～4.8	4.2～7.8
平均体長 (cm)	0.640	2.14	2.56	2.73	3.74	3.71	4.15	5.83
体重範囲 (gr.)	−	0.10～0.19	0.21～0.27	0.24～0.30	0.32～0.98	0.72～1.05	0.62～1.57	0.95～4.25
平均体重 (gr.)	−	0.166	0.240	0.263	0.720	0.873	1.065	2.544
肥満度範囲(平均)	−	1.07～2.05 (1.688)	1.23～1.55 (1.447)	1.21～1.37 (1.285)	1.18～1.68 (1.370)	1.42～1.69 (1.583)	1.33～1.82 (1.484)	0.95～1.40 (1.293)
斃死尾数	−	80尾以下	50尾以下	50尾以下	50尾以下	50尾以下	50尾以下	203

附表 Ⅲ　交雑魚5尾の平均値による測定結果（1961年9月30日測定；1960年交配）対照ヒメマスは1959年8月測定，サケは藤田（1926）による（単位　cm. gr.）

交雑種名	TL	FL	BL	BH	HL	HH	HW	IO	O	S	S-D	S-P
ヒメマス♀×ヒメマス♂（対照）	5.86	5.44	4.87	1.06	1.28	−	0.61	0.46	0.39	0.29	2.39	2.52
ヒメマス♀×サ　ケ♂	7.20	6.70	6.00	1.19	1.51	1.12	0.71	0.48	0.45	0.31	2.90	3.20
サ　ケ♀×ヒメマス♂	8.54	7.90	7.26	1.40	1.87	1.28	0.85	0.63	0.41	0.41	3.40	3.90
サ　ケ♀×サクラマス♂	7.60	7.12	6.52	1.32	1.62	1.25	0.78	0.54	0.42	0.38	3.02	3.30
サ　ケ♀×サ　ケ♂	−	−	5.5	0.95	−	0.77	0.54	0.81	0.33	0.23	3.36	2.80

交雑種名	S-A	S-C	DL	DH	PH	AL	AH	DSN	ASN	GL	VN	BW
ヒメマス♀×ヒメマス♂（対照）	3.29	4.04	0.51	0.66	0.56	0.68	0.51	12.0	15.6	−	65.4	1.76
ヒメマス♀×サ　ケ♂	4.10	4.90	0.66	0.72	0.66	0.71	0.61	13.0	16.8	27.0	67.0	2.63
サ　ケ♀×ヒメマス♂	5.00	5.90	0.76	0.83	0.71	0.98	0.67	15.4	18.0	21.4	64.0	−
サ　ケ♀×サクラマス♂	4.52	5.30	0.70	0.76	0.66	0.85	0.58	14.3	16.8	27.4	65.8	3.46
サ　ケ♀×サ　ケ♂	−	−	0.56	0.60	0.50	0.69	0.46	11	15	19	68	−

附表 Ⅳ　測定各部位の体長又は頭長に対する比率（附表Ⅲより）

交雑種名＼測定部比率	BH/BL	HL/BL	HH/BL	HW/BL	IO/BL	O/BL	S/BL	HH/HL	HW/HL	IO/HL	O/HL
ヒメマス♀×ヒメマス♂（対照）	0.22	0.26	−	0.12	0.09	0.08	0.06	−	0.47	0.36	0.30
ヒメマス♀×サ　ケ♂	0.19	0.25	0.18	0.11	0.08	0.07	0.05	0.74	0.47	0.32	0.29
サ　ケ♀×ヒメマス♂	0.19	0.26	0.18	0.12	0.08	0.05	0.05	0.68	0.45	0.26	0.24
サ　ケ♀×サクラマス♂	0.20	0.25	0.19	0.12	0.08	0.06	0.06	0.77	0.48	0.33	0.26
サ　ケ♀×サ　ケ♂	0.174	0.227	−	−	−	−	−	0.620	0.433	−	−

交雑種名＼測定部比率	S/HL	S-D/BL	S-P/BL	PH/BL	AL/BL	AH/BL	S-A/BL	S-C/BL	DL/BL	DH/BL
ヒメマス♀×ヒメマス♂（対照）	0.23	0.49	0.52	0.11	0.14	0.10	0.67	0.83	0.10	0.14
ヒメマス♀×サ　けま♂	0.20	0.48	0.53	0.11	0.12	0.10	0.68	0.81	0.11	0.12
サ　ケ♀×ヒメマス♂	0.22	0.46	0.54	0.10	0.13	0.09	0.69	0.81	0.10	0.11
サ　ケ♀×サクラマス♂	0.23	0.46	0.51	0.10	0.13	0.09	0.69	0.81	0.11	0.11
サ　ケ♀×サ　ケ♂	−	0.430	0.473	−	0.125	−	0.588	0.704	0.102	−

省略記号：TL-全長，FL-フォークレングス，BL-体長，BH-体高，HL-頭長，HH-頭高，HW-頭幅，IO-両眼間隔，O-眼径，S-吻長，S-D-吻端より背鰭基底前端迄の距離，S-P-吻端より腹鰭前端迄の距離，S-A-吻端より肛門迄の距離，S-C-吻端より脂鰭迄の距離，DL-背鰭の長さ，DH-背鰭の高さ，PH-腹鰭の高さ，AL-臀鰭の長さ，AH-臀鰭の高さ，DSN-背鰭軟条数，ASN-臀鰭軟条数，GL-鰓耙数，VN-脊椎骨数，BW-体重。

鱒類に及ぼす除草剤 PCP の影響

江口　弘（北海道立水産孵化場）
寺尾俊郎（北海道立水産孵化場）

On the Toxic Effect of Herbicide, PCP, on the Fry of Kokanee Salmon and Raindow Trout.

Hiroshi EGUCHI and Toshiro TERAO

1. 緒　　言

PCP という農業除草剤が５カ年の試験研究の結果，従来不可能視されていた水稲作初期雑草，特にノビエの防除に卓越した効果があることが確認され，稲作技術の一環として急激に一般の関心と注目を集めつつあるが，現段階に於ける PCP ナトリウム塩は生物に対して無害というわけにはゆかず，相当希釈されたものでも魚類その他に対して影響があり，その使用環境をも充分考慮して使用しなければ不測の事態を引き起す懸念がある。このことについては既に昭和34年５月に水産庁長官及び農林省振興局長名で各県知事宛に使用に際しての注意が明細に通達されており，これに基き本道に於ては昭和35年２月に水産部長，農務部長名で各支庁長宛に PCP 除草剤の水田に於ける一般の使用についての注意が明細に指示されている。

PCP の魚類に対する影響については昭和34年，昭和35年にコイ，キンギョ等の温水性魚族について名古屋，宇都宮の両大学並びに滋賀，山梨，愛媛の三県の農業試験場，栃木県水産指導所が多角的な試験を実施し，その結果を発表しているが，本道に於てもこれが使用されるに至つたので養鱒事業も盛んな折から，ニジマス，ヒメマス，カワマス等の冷水性魚族に対する影響も充分考慮しておかなければならないと考え，今回その影響について試験しその結果を報告する。

本文に入るに先だち，本試験を行う機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同次長竹谷孫橘氏種々便宜をいただいた北海道さけ・ます孵化場企画課長原茂氏，北海道立水産孵化場技師林中信男氏の各位に対して深甚の謝意を表する。また薬剤は北海道立農業試験場よりいただいたので併せて御礼申し上げる。

2. 供試材料，試験方法，試験場所

PCP 除草剤は商品名で PCP，またはクサロールとして市販されている。製品には破砕品と粒状品の二つの製剤形態があるが，何れも有効成分並びにその含有量は同一で斑紅色に着色してある。成分組成は有効成分ペンタクロルフエノールナトリウム塩86%，水分その他14%である。取扱使用注意としては魚類に有害であるから，使用した薬剤が河川，湖沼，池，養魚田等に流入しないようにすること，散布が終つて使用した容器の洗浄，残つた薬剤の処理等については，魚類に対して被害を与えない処で行うこと等が明記されている。本試験に使用した PCP は保土谷化学工業株式会社製で，外見上薬剤はピンク色の小さな塊状，又は粉末状で PCP ナトリウム塩86%を含有し，完全水溶性である。

試験は昭和35年８月27日より29日に亘り，北海道立水産孵化場千歳支場に於て行なつたが，使用供試魚は養魚池飼育中の本年春に孵化したニジマス，カワマス，ヒメマス，の各稚魚で，ニジマスは体長範囲3.6cm～5.1cm，平均体長4.4cm，カワマスは体長範囲3.2cm～5.0cm，平均体長4.3cm，ヒメマスは3.5cm～4.7cm，平均体長3.8cmであり，試験中の水温はニジマス区は15.3°C～18.4°C，カワマス・ヒメマス区は11.8°C～13.6°Cとした。試験方法

は16cm四方，27cm高さのガラスポットに5リットルの PCP 各濃度溶液をつくり，その中に各魚種を10尾ずつ放養してその行動を観察した。観察記録の方法は各魚体がそれぞれ異常の行動を示す時間及び斃死迄の時間をもつて行つた。又，同時に PCP 剤を入れない試験区に魚を入れ，対照区として同時に観察した。

3. 観察結果及び考察

観察結果を第1表～第4表に示した。

第1表 PCP のニジマス，ヒメマスに対する毒性試験

PCP濃度 ppm	24時間 (1,440分)		48時間 (2,880分)		摘　要
	ニジマス	ヒメマス	ニジマス	ヒメマス	
0.01	斃死なし	斃死なし	斃死なし	斃死なし	游泳行動に於て0.1ppmに於てやや鈍かつた。しかし0.16ppm以上にあつたような異常はなかつた。
0.05	〃	〃	〃	〃	
0.1	〃	〃	〃	〃	

第2表 PCP のニジマスに対する毒性試験

濃　度　ppm	腹面を上下に横転する迄の時間（分）	全く鰓蓋運動を停止し死亡迄の時間（分）
0.16	240 ～ 273 (252)	241 ～ 303 (270)
0.24	224 ～ 247 (232)	231 ～ 257 (243)
0.32	135 ～ 183 (154)	140 ～ 185 (159)
0.48	97 ～ 133 (110)	98 ～ 135 (113)
0.80	45 ～ 57 (51)	47 ～ 62 (53)

註：（ ）内の数字は平均値

第3表 PCP のヒメマスに対する毒性試験

濃　度　ppm	腹面を上下に横転する迄の時間（分）	全く鰓蓋運動を停止し死亡迄の時間(分)
0.16	420 ～ 485 (454)	450 ～ 500 (478)
0.32	210 ～ 240 (236)	235 ～ 255 (246)
0.48	113 ～ 156 (132)	125 ～ 160 (138)
0.80	26 ～ 40 (33)	28 ～ 45 (36)

註：（ ）内の数字は平均値

第4表 PCP のカワマスに対する毒性試験

濃　度　ppm	腹面を上下に横転する迄の時間（分）	全く鰓蓋運動を停止し死亡迄の時間（分）
0.16	435 ～ 475 (463)	450 ～ 495 (487)
0.32	200 ～ 270 (225)	210 ～ 265 (238)
0.48	119 ～ 153 (138)	125 ～ 165 (141)
0.80	25 ～ 40 (35)	27 ～ 45 (31)

註：（ ）内の数字は平均値

ニジマス，ヒメマス，カワマス等鱒類について除草剤 PCP の影響により異常の行動を現わす状態は殆んど同じである。即ち異常を示す状態は游泳活動が急激に活潑となり，間もなく腹面を上にし，背側を下にして泳ぐようになり，漸次行動は緩慢となつて容器の底に沈み横臥して動かず，鰓蓋運動も停止して呼吸しなくなる（このとき魚体を容器より取り出し，清水に移して回復を計るも回復不可能となつた時をもつて斃死と断定した）。試験した最低濃度の0.16ppmに於ても，その PCP 薬剤の毒性による影響が現われている。即ち平均斃死時間（LD 50

とみなしうる）は各個体でかなりの差はあったが，0.16 ppm の濃度に於てはニジマス稚魚では 270 分，カワマス稚魚では 478 分，ヒメマス稚魚では 487 分で，ニジマス稚魚が最も敏感，次いでカワマス，ヒメマスはほぼ同様の結果を得た。それ以上の濃度では濃いほど影響が大であることは勿論であるが，1 ppm 以上では極く短時間に，少なくとも30分以内に死に至ることがわかつた。なお，毒性の影響により異常な行動を示してから死する迄の時間は低濃度ほど長いこともわかつた。

田村他（1958）がコイ，キンギョ，ドジョウ，ウナギ，メダカ等の温水魚について試験した結果，48hr. LD 50 は 0.3 ppm～0.6 ppm であり，安全限界は普通48時間半数致死濃度の$^1/_{10}$とするから0.03ppm～0.06ppmとなると報告しているのとくらべれば鱒類に対する影響は非常に速効的であることがわかる。少なくとも毒性の限界は0.16ppm 以下の低濃度であることが推察された。田村他（1958）は報告の中で PCP に対する魚の感度は高温の方が高いと述べているが，これらの結果からみて活動力旺盛な，従つて酸素を多く要求する鱒類ほどその影響は速効的で，低濃度でも毒性が現われることが考えられる。

4. 要　　約

(1)ニジマス，ヒメマス，カワマスの各稚魚について PCP 除草剤の毒性感度について試験した。

(2)各鱒稚魚とも 0.16 ppm 濃度に於ける PCP の毒性が現われれた。48 hr. LD 50 は非常に低く，少なくとも 0.16 ppm 以下であることがわかつた。

(3)鱒類稚魚等の冷水魚は，コイ，キンギョ等の温水魚よりも低濃度に於て毒性が大きく，かつ速効的である。このことは酸素を多く要求する，即ち呼吸率の大きい魚種ほど毒性は大きいと考えられる。

文　　献

(1) 田村保，板沢靖男，羽生切，木村健一．1958：除草剤 PCP 及び Randox の魚に及ぼす影響．水産増殖 Vol. 6, No. 2.

(2) 保土谷化学工業株式会社：PCP 除草剤粒状 PCP-86．パンフレット．

(3) PCP 協議会．1960：PCP 魚類に対する影響．資料 No. 4.

(4) 江口弘．1961：PCP 除草剤散布による水産被害防止について．魚と卵．Vol. 11, No. 5.

サケ稚魚に対するPCP除草剤の毒性について

委嘱 石　川　嘉　郎
（北海道さけ・ます・ふ化場）

On the Toxic Effect of the Herbicide, Pentachloro Phenol, on the Chum Salmon Fry (*O. keta*).

Yoshio ISHIKAWA

1. まえがき

近年農業における労働生産性の向上，農業体系の確立，農家生活の改善のため，各種農薬の利用が盛んになりつつある。特に水田除草のPCP除草剤の使用は本州各府県において本格的な使用段階に至つている。本道においても34年頃より一部，試験的に使用する農家も現われ，今後広範囲に普及する傾向が充分考えられる。

先ずPCP除草剤は商品名でPCP，亦はクサロールとして市販され，その製品は粒状あるいは破砕の2通りある。何れも有効成分並びに含有量は同一で斑紅色に着色してある。成分組成はペンタークロルフエノールナトリウム塩が86.0%，水分その他が14.0%である。

このようなPCPの水田除草の面で他の薬品と比べて極めて効果が認められている反面，水産生物に対する毒性も強く，その毒性に関しては田村（1958），PCP協議会（1960），江口（1960）等の報告がある。それら実験結果から魚類に対する毒性は薬品が分解して不活性化するまでの間に極めて強く作用し，そして不活性後，その毒性がなくなる性質をもつていることが知られている。しかしPCPの最も効果的な使用は水田における雑草の発芽期であるため，使用時期はサケ稚魚の降海移動時期と重なる。従つて，もし使用の際の管理の不完全，不注意の場合，降海移動中のサケマスの幼稚魚並びに他の魚族に大きな被害を与える危険性が極めて大きい。

ここにおいてPCP除草剤のサケ稚魚並びに水棲昆虫類，プランクトン類の致死限界，PCPの土壌，日光による毒性の変化について若干の実験並びに考察を試みた。その結果を玆に報告して今後の参考に供し度い。

この実験を行なうにあたり多大の便宜並びに助力を与えられた北海道さけ・ます・ふ化場，千歳支場長石川博，元企画課長原茂並びに小林哲夫諸氏に，又報告発表の機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治並びに調査課長江口弘の両氏に対し深く感謝する。

2. 実験方法

PCP除草剤の毒性を明らかにするため，サケ稚魚，水棲昆虫類及びにプランクトン類の致死限界，土壌，日光並びに模型水田による毒性の変化について実験を行なつた。

(1) 致死限界について

サケ稚魚の致死限界に関してはPCPの濃度と魚の収容時間との二つの面から観察した。前者（濃度実験）は100，10，5，1，0.5，0.25，0.10，0.075 ppmの各濃度に稚魚5尾を夫々投入して，稚魚の状態並びに致死時間の観察を行なつた。後者（収容時間実験）は，100，10，1 ppmの濃度液にサケ稚魚を夫々所定の時間投入した後，清水に移行して稚魚の状態，斃死について観察した。又水棲昆虫並びにプランクトンの致死限界に関しては100，75，50，25，10，5 ppmの濃度で実験を行なつた。供試水棲昆虫類はカゲロウの幼虫（*Ephemeroptera*），ユスリカの幼虫（*Chironomidae*），Plankton類は *Acanthodiaptomus*，*Ostracoda* を夫々用いた。

実験は容量500 ccの広口瓶に夫々300 ccの試験水を入れて行なつた。なお試験水の水温は湧水（8 °C）を用いて略々恒温を保つように心掛けた。又同時に夫々同一条件のもとに対照実験を併せ行なつた。

(2) 日光並びに土壌による毒性の変化について

日光による毒性の変化に関する供試試験水はPCP除草剤の水田散布後24時間経過の上澄液（散布時濃度大凡30～20 ppm）を実験室に持帰り，暗室と屋外に放置して，日光の照射の有無によるPCPの毒性の分解，変化について比較観察を行なつた。又土壌による毒性の変化については火山灰土，浜砂，水田表土，畑土の四種を容器にとり，それに濃度43 ppmのPCP液を注入して，暗室保存による時間の経過にともなう毒性の変化について観察した。なお供試魚は何れもサケ稚魚（体長　30～35㎜）を用いた。

(3) 模型水田における毒性の変化について

大きさ43×36㎝，深さ15㎝の模型水田を作り，6.7㎝の厚さに水田表土を入れた。試験水は濃度20ppmのPCP液を注入し，屋外の日当りの良い場所に放置して経過日数にともなうサケ稚魚に対する毒性の変化について観察した。

3. サケ稚魚，水棲昆虫並びにPlanktonの致死限界について

A. サケ稚魚の致死限界

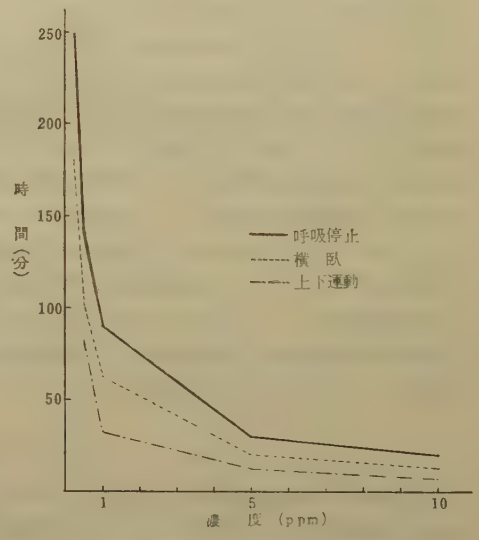
サケ稚魚の致死限界を明らかにするためPCP除草剤の濃度による致死限界の変化並びに処置時間（収容時間）による影響について観察した。

1. 濃度による変化

各濃度に収容したサケ稚魚の状態並びにその呼吸停止（致死）時間は第一表に示す通りである。又濃度と致死時間との関係は第一図に示す通り濃度が高くなれば致死時間は短く，その関係は曲線的であることが認められた。又致死までの魚の色々な症状についても濃度に対する致死時間に対応した関係が見出された。

第1表　サケ稚魚の状態並びに致死時間

濃度(ppm) ＼ 時間 ／ 症状	時間（分） 鰓の激しい開閉	上下運動	横臥	呼吸停止
100	2	2	3～ 4	6～ 7
10	5	5～ 10	10～ 15	15～ 25
5	10	10～ 15	15～ 25	25～ 35
1	15～25	25～ 40	45～ 60	75～105
0.5	50～60	60～105	90～120	135～150
0.25			150～210	210～285
0.10				異状なし
0.075				異状なし
対照				異状なし



第1図　濃度と致死時間との関係

第一表，第一図に夫々示した各濃度に対する稚魚の致死時間並びに稚魚の状態について詳述すれば次の通りである。

100ppm；稚魚は試験水に収容されると同時に鰓を開き狂奔状態を示し，3分後には横転する稚魚が現われ，4分後には完全に横臥した。そして6～7分で全稚魚が呼吸を停止した。

10ppm；収容すると稚魚は異常な行動を示し，1分後には鰓を開き，5分後に横転並びに上下に狂奔遊泳を行ない，10～13分で平衡を失なつて底に横臥する。そして15分後には呼吸を停止する稚魚が現われるようになり，25分後には全稚魚が斃死した。

5 ppm；収容時の稚魚の状態は10 ppmと略々同様な行動を示し，15分後には平衡を失ない始め，音響刺戟に

も反応を示さなくなり，20分後横臥そして30分後に全稚魚は呼吸を停止した。

1 ppm；収容後2～3分間は正常な行動を示すが10～15分後，鰓呼吸に異常が現われ，20分後に不規則な運動が見られ，45分後稚魚は運動の平衡を失ない始め60～75分後には底に横臥する。そして75分～105分に全稚魚は死亡した。

0.5 ppm；収容後稚魚の鰓呼吸の異状は60分後に現われ，90～105分後に横転，上下運動の異状行動が示された。そして横臥は120分後から現われ始め，135～150分で全稚魚は死亡した。

0.25ppm；収容後150分で稚魚の行動に異状が認められ，210分後2尾呼吸停止，そして残り3尾が225分後に死亡した。

0.10ppm；収容後270分で稚魚の鼻上げ現象が認められ，この状態は720分後まで持続したが1,440分（24時間）後に稚魚の行動は正常になつた。そして更に2,880分（48時間）後においても稚魚の行動に異状が認められなかつた。

0.075 ppm；収容後300分で稚魚の鼻上げ現象が認められた。しかし稚魚の行動に特別な異状は認められなかつた。そして2,880分（24時間）後においても斃死魚はなく対照実験と同様正常な行動が示された。

対照；稚魚を収容してから300分（5時間）後一時鼻上げ現象が認められたが，その後正常になつて2,880分（24時間）後においても正常な行動を示した。

2. 収容時間による影響

濃度100，10，1.0 ppmのPCP液に所定時間サケ稚魚を投入し，後清水に移して稚魚の収容時間による影響について観察した。

実験結果は第2表に示す通りである。表に示す通り各濃度の収容時間によりサケ稚魚への影響は異なることが

第 2 表　収容時間による致死数

濃度	収容時間及び稚魚の症状	尾数	清水移行後の致死数							生残数
			30分	60分	120分	270分	1,800分	2,800分	計（斃死率）	（%）
100ppm	2分 盛んに鰓を開く	12	0	2			3	0	5(41.7)	7(58.3)
	4分 完全に横転	27	11	11			5	0	27(100)	0
	6分 一部呼吸停止するものある	24	19	4			1	0	24(100)	0
10ppm	3分 鰓を開き上下運動	13	0		0		0		0	13(100)
	6分 狂奔	34	0		0		4		4(11.8)	39(88.2)
	9分 横臥	38	2		10		6		28(79.7)	10(20.3)
	12分 〃	17	2		3		12		17(100)	0
	15分 一部呼吸停止	7	4		3				7(100)	
1 ppm	10分 一部鰓を開く	5	0		0	0		0	0	5(100)
	20分 上下運動	5	0		0	0		0	0	5(100)
	25分 〃	8	0		0	0		0	0	8(100)
	30分 狂奔	8			1	2		0	3(27.5)	5(72.5)
	40分 〃	18			5	8		0	13(72.2)	5(27.8)
	45分 狂奔，平衡喪失	16			9	7		0	16(100)	0
	50分 横臥	12			7	5		0	12(100)	0
	60分 〃	13			11	2		0	13(100)	0

明らかにされた。100 ppmの濃度において2分間の投入による死亡数は41.7%，そして4分間以上においては全部斃死することが明らかにされた。10 ppmにおいては収容3分間までは生残は100%で稚魚への影響は顕著ではないが，6分間では11.8%斃死を示し，9分間では73.7%，そして12分間以上は全稚魚が死亡することが知られれ。次に1 ppmにおいて投入時間25分間迄は稚魚の斃死は生じないが，30分間で斃死率27.5%，40分間で72.2%，そして45分間以上では100%の斃死率を示すことが明らかにされた。なお処理後清水に移して横臥した稚魚

は回復することなくすべて死亡した。

B．水棲昆虫類，Plankton 類の致死限界

水棲昆虫類；カゲロウ幼虫（*Ephemeroptera*），ユスリカ幼虫（*Chironomidae*），蚊の幼虫（*Culicidae*），Plankton 類；*Acanthodiaptomus*, *Ostracoda* を夫々用いた。供試濃度は 100，75，50，25，10，5 ppm の 6 段階に分けた。実験方法はサケ稚魚に準じて行なつた。

1．水棲昆虫類

カゲロウ幼虫；100 ppm の濃度においては投入後 1 時間で斃死した。10 ppm 濃度においては 2 時間後においても若干活動力が認められた。5 ppm については 2 時間後においても極めて活発に活動することが観察された。

ユスリカ幼虫；100 ppm の濃度については45分間で幼虫の活動は停止する。10 ppm については 3 時間後も若干動くものも認められた。そして 5 ppm においては 3 時間後もかなりの活動力のあることが知られた。

蚊の幼虫（*Culicidae*）；各濃度に幼虫（ボーフラ）を投入して時間の経過に伴なう影響を観察したが，幼虫は水表面に浮上し，3 時間後においても投入時と同様刺戟に対して何れも反応を示し，対照実験における行動と全く同様でPCP の毒性の影響が明らかに示されなかつた。

2．Plankton 類

Ostracoda；各濃度に20～30個体を投入した結果，100～25 ppm の濃度においては約 5 分間以内で全部死亡した。10 ppm の濃度においては投入すると直ちに一部のものは浮上し始め，5 分間後は全べて表面に浮上した。しかし刺戟を与えると不活発であるが活動するものが見られた。そして90分後全て斃死した。又 5 ppm の濃度に対して 5 分後一部浮上するも盛んに泳ぎ廻る。しかし10分後全て浮上し，90分後刺戟に対しても僅かな反応が見られるに過ぎなく，そして遂には斃死した。

Acanthodiaptomus；各濃度に投入すると直ちに全部活動しなくなり，斃死することが明らかにされた。しかし 5 ppm の濃度において斃死するまでに僅かな時間の余裕があることが認められた。この様に *Acanthodiaptomus* は *Ostracoda* に比べて極めて激しく PCP 除草剤の毒性が作用することが知られた。

4．日光並びに土壌による毒性の変化について

A．日光による毒性の変化

PCP 液の分解に紫外線が大きく作用し夏季の曇天，晴天によつて分解の度合が異なり，そして紫外線より遮断した場合 240 時間経つても分解が全く行なわれないことが知られている（農薬だより；1950）。

今回 PCP の水田散布後24時間経た灌漑水（散布時の濃度凡そ 30ppm～20ppm）を実験室に持帰り冷暗所に保存して後，冷暗所保存（A）と屋外放置による日光照射（B）による毒性の変化についてサケ稚魚（体長 30～35㎜）を用いて観察した。その結果は第 3 表に示す通りである。

第 3 表　日光照射の有無による稚魚の致死時間

供試液の経過時間	致死時間（分）	
	A（暗室）	B（屋外）
24時間	90～120分	稚魚異状なし
48時間	110～125分	〃
96時間	105～110分	〃

表に示す通り暗所に保存したものは 3 日間（96時間）の過程にも拘らずサケ稚魚の致死時間（90～125 分）に変化が認められない。これに対して屋外に放置して日光を照射したものは24時間後には完全に毒性が消失することが知られた。従つて水田散布の PCP の毒性の分解に日光の照射が大きく作用することが明らかにされた。

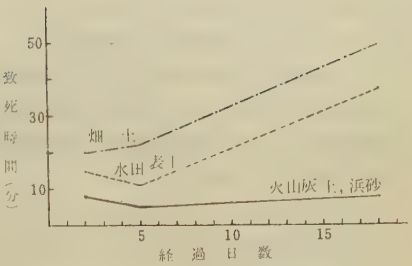
B．土壌による毒性の変化

PCP の土壌への吸着性が強いことから（農薬だより；1950）土質による毒性の変化について観察した。実験は浜砂，火山灰土，畑土（黒土），水田表土について行なつた。夫々の土壌を同量ずつ容器に取り，PCP 濃度約 43 ppm の試験水を注入し暗室に保存してサケ稚魚を投入し，経過日時に伴なう致死時間の変化を観察した。実験は 6 月14日～7 月 2 日の間 3 回行なつた。その結果は第 4 表，第 2 図に示す。

表，図より明らかな通り火山灰，浜砂は殆んど変化が認められないが水田表土，並びに畑土が日時の経過に伴なつて変化し，18日後実験開始時の約1/2近くに毒性が低く示された。しかしその毒性の変化は前項で詳述した日

第4表　土質によるサケ稚魚の致死時間

土質＼時間＼経過日数	致死時間（分） 2日後	5日後	18日後
火山灰土	8分	5分	8分
浜砂	8〃	5〃	8～10〃
水田表土	15〃	11〃	37〃
畑土	20〃	22〃	48～50〃



第2図　経過日数と土質によるサケ稚魚の致死時間

光による分解作用と比べ極めて小さい。このような暗所における土壌による毒性の変化が存在することは土壌に含まれる有機物への吸着作用によるものと考えられるが充分明らかでない。

5. 模型水田における毒性の変化

水田に散布されたPCP除草剤の日光による分解並びに水田土壌への移動作用による毒性の変化を明らかにするため屋外に模型水田を作り実験を行なつた。

実験は大きさ43×36cm，深さ15cmの木箱の容器にポリエチレン膜を張り，水田表土を6.7cmの厚さに入れた。散布PCP剤0.1554gを投入して水深約5cmにし，（PCP濃度約25 ppm）屋外の日当りの良い場所に放置した。降雨時にはビニール膜で覆い雨水の入るのを防いだ。毒性実験は上澄液を取りそれにサケ稚魚を投入して実験を行なつた。実験結果は第3図に示す通りである。又実験期間の天候は第5表に表示す。第3図に示す通りサケ稚

第3図　模型水田における経過日数と致死時間との関係

第5表　模型水田実験期間の天候

日数	気温 午前9時	最高	最低	天候	天気概況
1	11.0℃	15.0℃	7.0℃	快晴	終日快晴
2	10.0	14.0	7.0	〃	〃
3	12.0	17.0	6.5	〃	午前中快晴午後曇
4	10.0	13.0	8.0	小雨	朝より小雨(終日雨量31.0mm)
5	12.0	17.0	7.0	快晴	終日快晴
6	10.0	14.0	7.0	曇	早朝より終日曇
7	11.5	18.0	8.0	晴	午前中快晴午後曇後小雨
8	18.0	22.0	10.0	快晴	終日快晴
9	14.0	21.0	12.0	曇	〃 曇

魚の致死時間は3日目に実験開始の約3倍になりその毒性が凡そ1/3に弱まつたことが知られる。このことは1日目，2日目の晴天による毒性の分解作用によることは明らかである。しかし4日目，6日目の曇天時には再び致死時間は短縮し，その毒性の回復が示された。そしてその後の晴天により，毒性の分解が行なわれたことは9日目の実験の致死時間によつても明らかに知られる。なお毒性が弱まつた9日以後には試験水の使用，並びに蒸発により無くなつたので新たに清水を注入して攪拌し，その上澄液で毒性を検定した所サケ稚魚の致死時間は90～125分間と示され，実験開始後24時間経た時と同程度の毒性が示された。このような結果，並びに第3図に示された第4日目，第6日目の毒性の増加は明らかに土壌に滲透したPCPの影響によるもの，そして土壌中に滲透したPCPは紫外線による分解作用が行なわれないで比較的長期に保存された結果と考えられる。

6. 考　　察

PCPの毒性は不活性後その毒性が消失するがそれ以前は極めて強い毒性を示し，サケ稚魚の致死限界濃度はニジマス（江口;1960）等と同様0.25～0.10 ppmの間にあることが明らかに示された。又致死濃度においても魚の収容時間によって稚魚の斃死を或る程度避けられることが知られた。即ち，10 ppmにおいて収容時間3分間

迄，1 ppmで25分間までは夫々安全である。一般に横転沈下したものは清水に移しても正常に回復することなくすべて斃死することが明らかにされた。

次に水棲昆虫，Plankton類に対する毒性は比較的Planktonには激しく，特に実験に供された湖水性Plankton（*Acanthodiaptomus*）は1 ppmでも短時間で斃死する。これに対して水棲昆虫類は比較的抵抗力が強く 5 ppmの濃度においても2～3時間後も相当な活動力をもつことが知られた。又ボーフラに関して，PCPの毒性の作用を確認することが出来なかつたことはボーフラの特殊性によるものと考えるれるが充分明らかでない。

以上の如く生物に毒性を示すPCPの毒性の日光，土壌による変化について観察した結果，日光の照射により極めて短期間に毒性が分解されることがうかがい知られた。このことに関して安田（1960）はフナ，ドジョウを用ひて一般水田において48時間後毒性の消失することを報告している。これに対して冷暗所に保存されたものは4日後においても毒性が殆んど変化しないことが確認された。又土壌による毒性変化について畑土（黒土），水田表土は或る程度，その変化をもたらす作用を示すが浜砂，火山灰土は殆んど毒性分解に関与しないことが明らかにされた。畑土，水田表土実験に見られた毒性の衰滅はその中に含まれる有機物の働きによるものと考えられ，その詳細については今後の検討に俟ち度い。次に水田散布における実態を把握するために試みられた模型水田における結果はPCPの土壌中に滲透し，そして相当長期間毒性を維持する可能性を明らかにした。即ち，日光の作用により毒性は弱るがその後雨天，曇天により再び毒性が強まり，そしてその後天候の回復により再び毒性が減少した（第3図参照）。しかし実験終了後新らたな清水を注入して攪伴後の上澄液は相当強い毒性を示した。

以上PCPの毒性はサケ稚魚に対して極めて激しい毒性を示し，又その水田散布後，日光その他により3～4日間で毒性の消失が考えられるが土壌滲透中のPCPの毒性は相当期間保持される可能性が確認されたことからPCPの水田散布の方法並びにその後の管理に充分に注意しなければならない。又畑地使用の際も同様である。

7. 摘　　要

1. PCPの毒性についてサケ稚魚，水棲昆虫類，Plankton類を用いて実験を行なつた。又日光，土壌によるPCPの毒性の変化について実験的に考察した。

2. サケ稚魚の致死限界濃度は0.25～0.10 ppmの間にあることが推察され，その毒性は極めて激しいことが知られた。

3. 致死濃度においても10 ppmで3分間，1 ppmで25分間までは夫々安全である。しかし一度横転した稚魚は清水に移行しても正常に回復することなく全て斃死する。

4. 水棲昆虫類はPlankton類並びにサケ稚魚に比べて比較的PCPの毒性に抵抗力がある。特にボーフラはその毒性に対して反応が認められない。

5. PCPの毒性の日光による変化は著しく，冷暗所においては4日後も殆んど変化の生じないことが確認された。

6. 土壌による毒性の変化は浜砂，火山灰土については認められないが，畑土（黒土），水田表土において若干毒性の弱化が知られた。

7. 模型水田による観察結果，PCPの水田散布後，日光の作用により毒性の消失が急速に行なわれるが土壌中に滲透したPCPは相当期間毒性が保持される可能性がある。そのため一旦水田水の毒性は減少しても攪拌，その他により再び強い毒性が現れる危険性がある。

文　　献

1. PCP協議会 1960. PCPの魚類に対する影響. 資料 No. 4.
2. 江口弘 1960. PCP除草剤散布による水産被害防止について. 魚と卵. Vol. 11, No. 5.
3. 田村保・板沢靖男・羽生功・木村健一 1960. 除草剤PCP及びRandoxの魚に及す影響. 水産増殖 Vol. 6, No. 2.
4. 八柳三郎 1960. 東北地方の稲作に対するPCP除草剤の使い方. 農薬だより3月号.
5. 吉沢長入 1960. 除草剤PCPソーダ塩の最近の情勢. 農薬だより3月号.
6. 安田貞男 1960. サケ稚魚保護. 北海道さけます孵化場千歳支場複命書.

養魚餌料の研究 (X)

ビール酵母添加による稚鯉餌料の効率試験

寺尾俊郎

(北海道立水産孵化場)

Studies on the Fish-Culture Food (X).

On the Effect of the Dry Brewer's Yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, added to Diet of Carp Fingerlings.

Toshiro TERAO

I 緒言

養魚餌料に酵母を利用することは魚類の栄養及び成長に非常に好ましいとされている。その特徴は蛋白量が比較的多く，栄養率は1.3以上であり，しかもビタミンB群を豊富に含有していることである。更に動物性餌料に対して良きビタミンB群の補給源であることは勿論，その他に蛋白効率を向上せしめることも考えられる。これら酵母類中に餌料として利用し得るものに，パルプ酵母 (Torula yeast) とビール醸造酵母 (Brewer's yeast) があげられる。前者についてはすでに江口・甲斐 (1957) も試験し，餌料効率を高めることを報告して居り，現在ではかなり広く用いられている。後者の乾燥ビール醸造酵母はビール醗酵のために用いられる酵母，Saccharomyces cerevisiae が醗酵中下面に沈下したものを抽出して摂氏100度以上の高温で乾燥粉末にしたもので，これは栄養消化薬剤として市販されている〝エビオス〟の原料に利用され，その養魚餌料への利用価値は充分考慮され得るが未だその検討がなされていない。そこで今回ビール醸造酵母を養鯉餌料として添加した場合の効果についての試験を行なつたのでここに報告し参考に供したい。

本文に入るに先立ち，本試験を行なう機会を与えられた，北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同次長竹谷係橘氏，試験に使用したビール酵母の提供を願つた日本ビール株式会社青木秀男氏及び試験期間中種々御援助を願つた淡水係の諸氏に対し深甚の謝意を表します。

II 餌料関係

本試験に使用したビール酵母粉末体の栄養化学成分組成は第1表の通りである (日本ビールK・K)。

ビール酵母 (Brewer's yeast) 中のビタミンB群の含有量は第2表の通り。

第 1 表 ビール酵母の栄養化学成分及び価格

成分 / 試料	水分 (%)	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	炭水化物 (%)	粗灰分 (%)	餌料価格 1kg当り (円)	文献
ビール酵母 I	8.0	56.0	3.0	13.7	6.3	220	日本ビール株式会社
ビール酵母 II	9.2	58.8	0.2	21.8	9.0	–	食品標準成分表 (1961)

第 2 表　ビール酵母のビタミンB群含有量　（100 gr 中の mg.）

成分 / 試料	B_1	B_2	葉酸	ニコチン酸	文献
ビール酵母 I	6～46	8～124	12～41	25～425	日本ビール株式会社
ビール酵母 II	28～41	36～ 92	19～36	277～568	Peterson et. (1955)

試験に使用した餌料は鮒，パルプ酵母（東洋紡K. K. 製），甲ミール（鯉用50%配合用，日本冷蔵K. K. 製），小麦粉等にビール酵母，ビスラーゼ等である。その各餌料の配合比は第3表に示した通りで，それの各々の栄養成分は第4表の通りである。

第 3 表　各供試餌料の配合比　（%）

No. / 供試餌料	1	2	3	4
対照餌料	鮒 80%	パルプ酵母 8%	小麦粉 10%	ビスラーゼ 0.5%
試験餌料 I	鮒 80%	ビール酵母 8%	小麦粉 10%	ビスラーゼ 0.5%
試験餌料 II	甲ミール 80%	ビール酵母 8%	小麦粉 10%	ビスラーゼ 0.5%

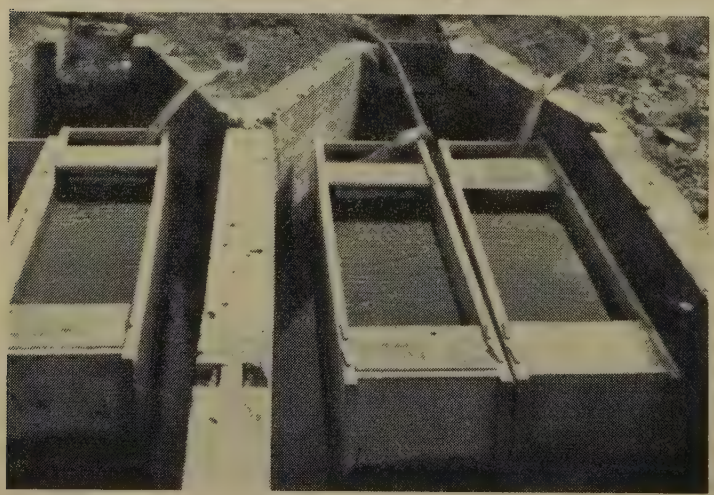
第 4 表　各供試餌料中の栄養成分　（%）

成分 / 供試餌料	水分（%）	粗蛋白（%）	粗脂肪（%）	粗灰分（%）	1 kg当りの餌料価格（円）
対照餌料	24.33	45.40	5.69	9.08	84.52
試験餌料 I	24.23	44.72	5.81	8.97	90.12
試験餌料 II	8.15	58.96	4.93	6.06	77.06

註：餌料価格算出基礎は1 kg当り鮒：73円，甲ミール：57円，小麦粉：ビール酵母：220円，
パルプ酵母：150円，ビスラーゼ：1,000円である。

Ⅲ　材料及び方法

試験期間は1961年8月1日より9月16日迄を三期に分け試験を行なつた。供試魚は1961年7月当場養魚池で産卵孵出した真鯉稚魚体長3.0～3.5 *cm*，体重0.8～1.5 gr. のものを使用した。試験のための飼育水槽は内径長さ168 *cm*，幅34.5*cm*，深さ27*cm*の直方体型のもので，更に注水部と排水部を板で仕切り，その他に金網張りの仕切りをし，水面の上方一部を板で覆い，その上面全面に金網の戸をかぶせ魚の逃避を防いだ。用水は河川水で注水は内径3.7 *cm*のポリエチレンパイプホースで行ない，その水量は45～50 l/min. とした。水槽の水深は20*cm*とした。各水槽の清掃は毎日朝午前10時の給餌前に行なつた。



摂餌試験水槽

その方法は金網戸で魚を注入口近くの一方に寄せて槽内の大部分の水を排水し，よく清掃して後，水を張つた。

投餌量は各餌料群はそれぞれ魚体測定時の総重量の1日 $^{3}/_{100}$～$^{4}/_{100}$（乾燥重量）とした。投餌方法は五厘目金網の目を通して水面を広く利用し，魚に餌が均等に摂食されるよう留意して行つた。1回の調餌量は少なくも10日～20月分1度とし，小麦粉だけを煮熟後冷却してつなぎに用い，他の混ぜる餌料を54 meshの篩に通るように細粉されたものをホモジナイザーでよく混合して，つなぎとした小麦粉とよく練り合せた。これらの供試餌料は投餌迄電気冷蔵庫中に低温保存した。

試験結果のうち増肉係数（F），増重倍率（P），総魚体重（W）は次式によつた。放養重量 W_0，取揚重量 W_1，総給餌量をfとし，斃死尾数をm，取揚時尾数をnとすれば，

$$F=\frac{f}{W_1-W_0},\qquad P=\frac{W_1-W_0}{W_0},\qquad W=\frac{W_1}{n}\times m+(W_1-W_0)$$

で算出した。

Ⅳ　試験経過及び考察

水温観測は毎日午前10時に行ない，その結果は第5表の通りであつた。

試験開始後各供試餌料に対して活潑に摂餌する迄の馴致の行動を示す迄の魚群行動は約1週間位かかつたが，1日のうちには摂食し尽したが，このことは餌料が水中に長く存在することとなり，栄養価が減じ不利となる。しかし各試験餌料に対して各魚群共残餌したりすることは見られなかつたが多少流出することが考えられたが，試験終了迄各餌料に対する飽きは感じられない。

第5表　水温観測結果

試験期日	午前10時平均水温（℃）	最高水温（℃）	最低水温（℃）
8月1日～8月15日	21.86±6.32	31.8	12.8
8月16日～8月30日	23.36±5.83	31.5	16.5
8月31日～9月16日	20.38±4.68	31.2	13.5

Ⅴ　試験結果

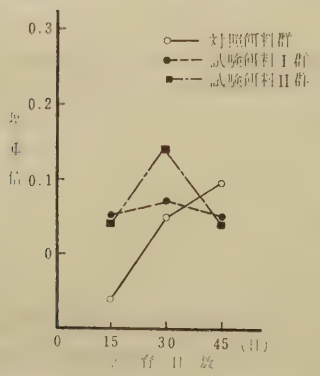
45日間の試験の結果は第6表の通りである。

第6表　試験結果

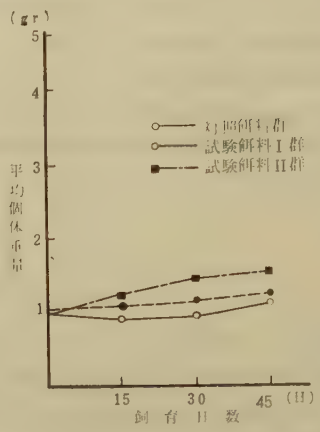
餌料群 / 調査項目	対照餌料区					試験餌料Ⅰ区					試験餌料Ⅱ区				
飼育日数	0	15	30	45	全期間	0	15	30	45	全期間	0	15	30	45	全期間
飼育生存尾数	150	132	96	89		150	143	134	126		150	131	124	120	
減耗尾数		18	36	7			7	9	8			19	7	4	
減耗率（%）		12.0	24.0	4.7	40.7		4.7	6.0	5.3	16.0		12.7	4.7	2.7	20.0
総魚体重量（gr.）	150.0	140.5	130.0	107.0		154.0	162.0	166.0	163.0		150.0	157.0	179.0	186.5	
総増重量（gr.）		−9.5	6.2	12.5			8.0	11.5	8.3			7.0	22.0	7.5	
総給餌量（gr.）		87.0	130.6	83.2			89.3	133,9	106.3			87.0	112.5	72.9	
最大個体体長（*cm*）		5.5	4.5	4.8			5.8	4.5	4.7			6.2	5.1	5.2	
最大個体体重（gr.）		3.0	2.2	3.0			3.5	2.5	3.5			4.2	4.2	5.5	
最小個体体長（*cm*）		3.3	2.8	2.8			3.2	2.5	3.1			3.3	2.8	3.2	
最小個体体重（gr.）		0.3	0.6	0.6			0.6	0.5	0.5			0.5	1.1	1.5	
平均個体体重（gr.）	1.00	0.93	0.98	1.12		1.03	1.08	1.16	1.22		1.00	1.25	1.49	1.54	
増重倍率（P）		−0.063	0.049	0.096			0.052	0.071	0.050			0.047	0.140	0.042	
増肉係数（F）		− 9.16	21.07	7.00	14.03		11.16	11.65	12.80	11.87		12.23	5.17	9.73	9.04

1. 減耗魚

試験期間通じて最も減耗が多かつたのは対照餌料群で40.7%であつたが，試験餌料Ⅰ群は16.0%，試験餌料Ⅱ群は20.0%で，試験餌料群はそれぞれ対照餌料の1/2程度に止つた。



第1図　飼育期間中の増重倍率



第2図　飼育期間中の平均個体重量

2. 成　　長

増重倍率より成長度を判定することが出来るが，第1図に見ると試験餌料Ⅰ群と試験餌料Ⅱ群とほぼ同じ傾向を示し，対照餌料に比較して秀れていることを示している。

又平均個体重の増加も対照餌料群より各試験餌料群の1/4が成績良かつた。赤築（1956）は稚鯉が測定後14%以下の斃死を生ずることを述べているが，今回の試験に於いてもそれが考えられるが，このことから考えても試験餌料は各々良い結果であつた。成長について花岡・古川・小笠原（1949）は稚鯉の適正餌料蛋白量は40～60%が最も好ましいことを述べて居り又右田・花岡（1938）はキンギョで最適蛋白含有率は63.67%であることを述べている。これらのことより考えて各餌料中の蛋白含有量から見て試験餌料Ⅱ群の蛋白量が適正範囲内で最も多かつたことが原因と考えられる。

3. 餌料効果

増肉係数は投餌方法が，水面一杯に広がるように給餌した為効率は低くなつたものと思われるが，3者をそれぞれ比較すると全期間の平均増肉係数は試験餌料Ⅱ群が最も良く，次は試験餌料Ⅰ群であり，いずれも対照餌料よりいずれも良い結果だつた。又経済効果については平均増肉係数に1kg当りの餌料価格を剰じた値についてみると対照餌料1,185円，試験餌料Ⅰは1,069円，試験餌料Ⅱは696円となり，試験餌料Ⅱが最も効率が良いことがわかつた。

以上の結果から甲ミールにビール酵母を添加した試験餌料Ⅱが歩留，成長度共に最も良く，次に鮒にビール酵母添加した試験餌料Ⅰ，鮒にパルプ酵母を添加した対照餌料の順であつた。よつてビール酵母を稚鯉餌料に利用することは栄養的に，成長度の点からみて秀れていることが知られた。又ビール酵母はパルプ酵母に劣らず良い餌料として利用し得るものと考えられる。ビール酵母は1kg当りの餌料費が他のものに比較して高価であるのが稚魚餌料には8～12%の添加なら成長度を高めると共に経済的にも有利である。

Ⅵ　摘　　要

1). 1961年8月1日より9月16日迄の45日間に亘り稚鯉によりビール酵母の餌料添加効果について摂餌試験を行なつた。

2). ビール酵母添加餌料は甲ミールに添加した場合最も良く，歩留，成長度，経済効果共に最も良い結果を得た。

3). ビール酵母は餌料費と成長度より見て8%～12%の添加が良いと考えられる。

4). ビール酵母は従来使用しているパルプ酵母に比べて劣らない餌料価値をもつものであろう。

文　　献

1) 右田正男・花岡資 1938：飼料蛋白の量と魚体蛋白の増生量との関係Ⅰ．日水誌 7：115.
2) 古川厚・花岡資・小笠原義光 1949：(1)飼料栄養比の異る場合の蛋白消化率．日水誌 14：219.
3) 赤築敬一郎 1956：稚魚の栄養に関する研究．第1報　飼料蛋白含有率の差異が稚魚の成長及び斃死率に及ぼす影響について．水講報告 6：101～108.
4) 江口弘・甲斐哲夫 1957：養魚飼料の研究Ⅲ．(パルプ酵母利用による養鯉飼料の効率試験)．水産孵化場研究報告　13号　101～105.
5) 木下祝郎 1961：醗酵によるアミノ酸の生産・科学　37巻　7号，372～375.
6) 長野県水産指導所 1961：にじます　No. 15.　180～186.
7) 大磯敏雄訳 1961：食品のアミノ酸含量表．第1出版社刊.
8) 日本栄養士会編 1961：食品標準成分表．第1出版社刊.

養魚餌料の研究（XI）

フイシユ・ソリブル，甲ミール配合による養鯉餌料の効率試験

江口　弘（北海道立水産孵化場）
寺尾俊郎（北海道立水産孵化場）

Studies on the Fish-Culture Food (XI).

On the Effect of Culture Food used of Fish-Soluble and "KO" Meal upon to Growth of yearling Carp (*Cyprinus carpio* PALLAS).

Hiroshi EGUCHI and Toshiro TERAO

I 緒　言

フイシユ・ソリブル及びフイシユ・ミールを養魚餌料として使用することは安価な魚類の廃棄物利用という面からすでに考えられ更に多くの需要のために量産されうるという利点から今後益々本道に於て広く用いられる現状にある。これらの養魚餌料としての研究はかなり多く行なわれているが，未だ明確な結果は得られていない。

しかしこれが魚類の餌料としての栄養価について村山・簗瀬（1969），竹井（1957）等が化学分析の結果を報告し，原料とする魚類の種類によりその品質に差異は認められるが養魚餌料として充分使用し得る栄養価であることを示している。ところでこれらのものを実際魚類の生物体に投与された場合摂取する動物体の代謝のために又筋肉中に貯臓される等の目的で消化吸収利用される蛋白質その他の栄養分の効率が重要な問題となる。これについて近年人畜方面の栄養についての研究に於て必須アミノ酸を分析し，餌料と魚肉中それぞれの蛋白の個々の必須アミノ酸量の比率よりプロテインスコア又は生物学的効率値というものより推定されることが云われるようになつた（Howard 1961；吉川 1960）。

フイシユ・ミールについて Ousterhout（1959）は雛によりこの値を検討報告し，その飼料としての価値を見ている。魚類についてこの値を摂餌せしめて立証することは非常に難しいことと思われるが，Halver et.（1957），長野県水産指導所（1960）等も述べているように餌料中の蛋白質のプロテインスコア値を以つて使用する餌料が魚類に対しての適否の程度及び配合方法等の規準に活用出来るのではないかと考える。以上の点より最近フイシユ・ミールを主成分とする甲ミール，及び蛋白質を酵素醗酵せしめてアミノ酸の消化し易い成分とし且生餌中にのみ含有すると云われる成長未知因子（U·G·F）をもつフイシユ・ソリブル等を配合した餌料の効率を知るため，1年魚の鯉をもつて摂餌試験を行ない比較検討したのでここに報告し参考に供したい。

本文に入るに先立ち，本試験を行なう機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同次長竹谷孫橘氏，試験期間中種々御援助を願つた淡水係の諸氏に対して深謝の意を表する。

II 餌料関係

試験に使用した各餌料群の配合比は鯉魚肉蛋白の栄養率を考慮して第1表の通りである。

第 1 表　餌 料 配 合 比

餌料群	1	2	3	4	5
対照餌料	鮒　80%		パルプ酵母 8%	小麦粉 10%	ビスラーゼ 1%
試験餌料 I	甲ミール 50%（50%配合）	フイシユ・ソリブル 30%	パルプ酵母 8%	小麦粉 10%	ビスラーゼ 1%
試験餌料 II	甲ミール 100%（ペレット）				

※甲ミールは日本冷蔵K・K製，フイシユ・ソリブルは日本化学飼料K・K製赤印，パルプ酵母は東洋紡績K・K製．

餌料の栄養化学成及び餌料価格は第2表の通りである。

第 2 表　餌料栄養成分及び餌料価格

成分名 / 餌料名	水　分（%）	粗蛋白（%）	粗脂肪（%）	粗灰分（%）	餌料1kg当りの価格（円）
対照餌料	24.33	44.37	5.67	8.88	84.52
試験餌料 I	20.13	36.12	8.24	7.45	48.61
試験餌料 II	7.84	41.18	7.88	10.88	57.00

※餌料価格（1kg当り）甲ミール：57円，鮒：73.33円，パルプ酵母：150円，小麦粉38.64円，
ビスラーゼ：1,000円

Ⅲ 材料及び方法

試験期間は7月13日より8月28日迄の45日間に亘り行ない，試験池は3.12㎡（0.286坪）の八角形練りコンクリート池で底面もコンクリート敷きの三面池を使用した。用水は養魚池に使用している河川水を用い，僅かに流水せしめ池の水深は30cmに調節し，常時30 l/min.～78 l/min. の水を流水せしめた。完全に試験池の換水は15日毎の魚体の取揚げ測定を行つた際にした。池はその都度マラガイト・グリーンにより消毒した。

供試魚は35年7月孵出した満1年の真鯉で体長は6.7 cm～10.2cm，体重12.3 gr.～29.3 gr. であつた。調餌方法は対照餌料及試験餌料Ⅰについて小麦粉を煮熟糊状にしてそれぞれつなぎとして使用した。対照餌料は小麦粉を除いたものについてホモジナイザーにより約2分間よく混合してからつなぎのものとよく練り合せた。試験餌料Ⅰについては甲ミール，パルプ酵母，ビスラーゼを同じく混合してつなぎの小麦粉でよく練り合せ，これにフイシユ・ソリブルだけを投餌直前に練り合せた。試験餌料Ⅱは甲ミール（ペレット）をそのまま適当量を秤量して用いた。

一回の調餌には少くも20回分一度にし，電気冷蔵庫中に5℃～－3℃で保存した。一回の投餌量は測定時の総魚体重の $^{2}/_{100}$～$^{5}/_{100}$（乾燥重量）とし，投餌回数は1日1回乃至2回，午前10時，午後2時に行つた。なお増重倍率(W)，増肉係数（F），総魚体重量（P）は次式によつた。即ち放養時の重量をWo，取揚げ時の重量（Wn），飼育期間中の総給餌量f，を減耗尾数をM，取揚げ尾数をNnで表わすと，

$$W=\frac{Wn-Wo}{Wo} \qquad F=\frac{f}{Wn-Wo} \qquad P=\frac{Wn}{Nn}\times M+(Wn-Wo)$$

で算出した。

Ⅳ 試 験 経 過

試験開始前供試魚をそれぞれ5日間絶食せしめて試験を始めた。3餌料群の餌料に対する餌つきの状態はそれぞれ2～3日で完全に馴れて以後活発に摂餌した。

投餌法は円形皿上に入れて与えたが，試験期間第2期迄の30日間迄には3者の餌料群共残餌は殆ど見られなかつた。又各餌料に馴れるに随い，投餌後池内で散つて游泳したのが一団をなして投餌皿目ざして集り，特に活発になると対照餌料群及び試験餌料Ⅰ群は投餌のために手を水中に入れると吸いつく状態になつたが，試験期間中

を通じて両者の摂餌行動の差は認められなかつた。試験餌料Ⅱ群は摂餌行動は前者に比して鈍かつたが，試験開始後32日間迄は残餌は認められなかつたが，以後残餌が見られるようになつた。摂餌行動は太陽光線の強い放射がある時は活発になるように観察された。試験期間中午前10時の水温観測と共にロッヂの日射計により日射時間を自記した。その結果は第3表の通りである。

第 3 表　日 射 時 間 と 日 数

1日の日射時間＼試験期間	7月13日～7月27日 (1期)	7月28日～8月12日 (2期)	8月13日～8月28日 (3期)
5 時 間 以 上	10日	12日	9日
3 時 間 以 上	2日	1日	2日
1 時 間 以 上	2日	1日	2日
1 時 間 以 下	1日	1日	2日

第 4 表　飼 育 中 の 水 温 観 測 結 果

試験期間	午前10時平均水温 (℃)	最高水温 (℃)	最低水温 (℃)	試験期間	午前10時平均水温 (℃)	最高水温 (℃)	最低水温 (℃)
7月13日～7月27日	21.72±5.78	28.5	17.5	8月13日～8月28日	21.19±3.41	32.0	16.5
7月28日～8月12日	22.83±3.43	31.2	13.5				

V 試 験 結 果

45日間に亘る飼育試験の結果は第5表に示す通りである。

第 5 表　満1年魚真鯉による摂餌試験結果

	対照餌料群				試験餌料Ⅰ群				試験餌料Ⅱ群			
飼育日数	0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	45
生存尾数	73	73	67	60	73	71	66	60	73	70	62	50
減耗尾数		0	6	7		2	5	6		3	8	10
総魚体重量 (g)	1,680.0	1,995.0	2,468.0	2,754.0	1,487.5	1,682.5	1,926.5	2,110.5	1,640.0	1,920.0	2,314.5	2,512.0
総増重量 (g)		315.0	473.0	286.0		195.0	244.0	250.5		280.0	394.5	197.5
平均個体体重 (g)	23.10	27.37	33.64	41.10	20.37	23.05	27.13	31.98	22.47	26.30	33.05	40.51
総投餌量 (g)		754.4	1,216.0	977.4		722.2	1,177.0	1,070.5		772.8	1,410.0	1,409.4
増重倍率 (W)		0.187	0.237	0.115		0.131	0.145	0.131		0.171	0.205	0.087
増肉係数 (F)		2.39	2.57	3.42		3.70	4.82	5.21		2.98	3.58	7.13
増肉1kgに要する餌料費 (円)				237.71				222.63				259.92

1. 減 耗 数

減耗魚については斃死魚と不明魚とあるが，斃死魚は対照餌料群で1尾，試験餌料Ⅰ群で3尾，試験餌料Ⅱ群で2尾で減耗斃死魚には差は認められなかつた。

2. 成　　長

総魚体重に対して各群同比率により与えた餌量よりして増重倍率(W)により成長度を比較すると試験開始後30日迄は対照餌料群，試験餌料Ⅱ群，試験餌料Ⅰ群の順であつたが，それ以後は試験餌料Ⅱ群が最も悪かつた。試験期間中通じて見ると試験餌料Ⅰ群はほぼ安定した数値になつているが，試験餌料Ⅱ群は長くなるに随い悪い値になつている。このことは摂食慾にも現われていると観察された。

3. 餌料効率

餌料としての効率を増肉係数(F)によりみると第1図からもわかるように対照餌料は各期間を通じて低い数値

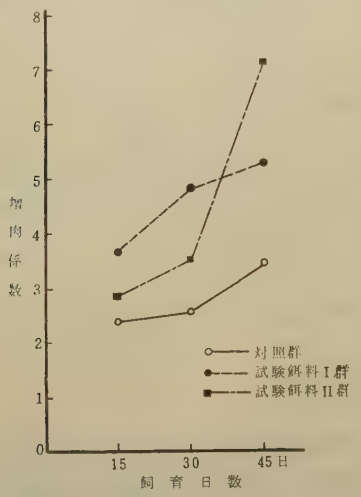
でしかも他のものに比して変動が少いのに，試験餌料Ⅱは初期は良い値を示したが，以後経過するに随い悪くなる。又試験餌料Ⅱは各期に於て著しい変動を示さないが，他の餌料に比べ数値は高く効率は悪かつた。

45日間を通じて平均すると試験餌料Ⅰと試験餌料Ⅱとはほぼ近い効率値となつた。

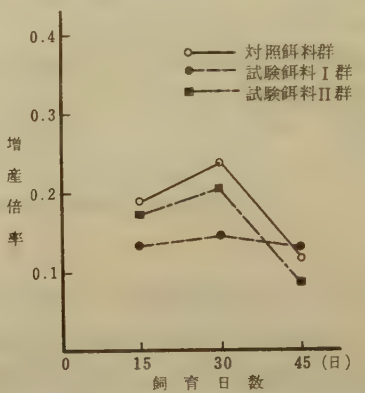
4. 経済効果

それぞれの餌料群の平均増肉係数と1kg当りの餌料費より算出した経済効果を見ると対照餌料は237.71円，試験餌料Ⅰは222.63円，試験餌料Ⅱで259.91円となり，甲ミールとフイシュ・ソリブルを主餌料組成とする試験餌料Ⅰのものが最も良いことが知られた。

以上綜括するとフイシュ・ソリブルを添加することは食欲を旺盛とすることは明らかである。このフイシュ・ソリブルと甲ミールを主成分とする餌料は増肉係数が劣るが，比較的長い期間投餌しうるが，ペレットの甲ミールは比較的短い（30日以内）期間では効率は良いが，それよりも長くは不利であることが知られた。



第1図　飼育期間中の3群の増重倍率



第2図　飼育期間中の増肉係数の変化

Ⅵ　考　　察

減耗魚についてのうち斃死魚が出ることは栄養的に劣る原因は勿論，その他に考えられることは栄養的に秀れていても投餌されたものが一カ所に与えたために行動の活発なものに偏つて摂餌されて摂餌されないものも出てくるために出るものも考えられる。

使用した3餌料群の効率について栄養化学分析値より算出される蛋白質のプロテインスコアについて比較し，その結果を今回の摂餌試験と併せ検討する。各餌料群のプロテインスコアを竹井（1957），日化餌（1958），甲南K·K（1959）等により算出すると第6表のようになる。

第6表　使用した各試験餌料のプロテインスコア値と必須アミノ酸分析値　（100 gr 中の gr）

必須アミノ酸名	コイ魚肉蛋白質	対照餌料蛋白質	試験餌料Ⅰ蛋白質	試験餌料Ⅱ蛋白質
アルギニン	6.0	7.19	4.10	2.60
ヒスチヂン	2.2	1.93	3.20	1.81
リジン	11.6	7.74	4.58	○2.67
フエニールアラニン	5.1	5.92	2.36	1.42
ロイシン	9.2	6.40	3.38	2.63
イソロイシン	5.1	4.93	7.57	1.72
メチオニン	3.3	2.26	1.66	1.01
バリン	6.6	4.30	○3.38	0.53
スレオニン	5.9	3.55	○1.20	○1.30
トリプトファン	1.1	0.95	1.30	0.66
プロテイン・スコア	100.0	60.2	20.3～30.0	22.0～23.0

○印は制限因子

第7表　蛋白効率理想値（粗蛋白値×プロテインスコア値）

	対照餌料	試験餌料Ⅰ	試験餌料Ⅱ
蛋白質効率理想値	27.09	7.47	9.24

第2表中の粗蛋白量と第6表中のプロテイン・スコア値よりそれぞれ剰じて蛋白質効率理想値を求め第7表に示した。その結果からすると摂餌試験の結果とは明確に一致しない。これには魚肉の蛋白組成，各餌料の品質に変動があることは充分考えられ

るので当然と思われるが，しかし概そに於ては蛋白質効率理想値の傾向と増肉係数の値の傾向とは似ているようにみることが出来る。

Ⅶ 摘　　要

(1) 1961年7月13日より8月28日迄の45日間に亘り本場試験池に於て真コイ満1年魚を使用し，甲ミール（コイ用ペレット）餌料及び甲ミール（コイ50%配合用）とフイシユ・ソリブル主餌料についての餌料効率について比較摂餌試験を行なつた。

(2) 減耗率については著しい差は見られない。成長率については鮒主餌料に比べて短期間は甲ミール（ペレット）が良いが，長くなるとフイシユ・ソリブル30%に甲ミール（50%配合用）の餌料の方が良く期間中安定した効率を示した。

(3) 経済効果は全期間中通じて見るとフイシユ・ソリブル30%と甲ミール50%主餌料が最も良く鮒主餌料より有利だつた。甲ミール（ペレット）を単独で長い期間投与することは不利である。

Ⅷ 文　　献

1. 鴻巣章二・香取進一・江口貞也・森高次郎 1956：魚類肉蛋白のアミノ酸組成について．日水会誌 Vol. 21, No. 11. pp 63～66.
2. John E. Halver, Donald C. Delong and Edwin T. Mertz 1957: Nutrition of Salmonoid Fishes. V. Classification of Essential Amino Acids for Chinook Salmon. J. Nutrition. Vol. 63, No. 1. pp 95～105.
3. 竹井俊郎 1957：水産物エキスの工業的利用　日水学会秋季大会シンポジユウム別刷.
4. 日本化学飼料K·K 1958：各種フイシユ・ソリブル蛋白質のアミノ酸組成．プリント.
5. 江口弘・寺尾俊郎 1958：養魚餌料の研究（V）.（SP 飼料利用による養魚餌料の効率試験）．水産孵化場研究報告　13号，83～87頁.
6. 須山三千三 1959：ニジマス発生中のエキスアミノ酸の変化．にじます　No. 12, pp 12～23.
7. 日本冷蔵株式会社 1959：甲ミール．プリント.
8. L. E. Ousterhout, C. R. Grau and B. D. Lundholm 1959：Biological Availability of Amino Acids in Fish Meals and Other Protein Sources. J. Nutrition. Vol. 69, No. 1. pp 65～75.
9. Denald C. Delong, et 1959: Nutrition of Salmonoid Fishes. Ⅶ. Nitrogen Supplements for Chinook Salmon Diet. J. Nutrition. Vol. 68, No. 4, pp. 663～669.
10. 村山繁雄・簗瀬正明 1960：日本産および外国産魚粉類の栄養成分．東海区水研報　27号，55～59頁.
11. 大磯敏雄訳 1961：食品のアミノ酸含量表．米国農務省編．第一出版 K·K 刊.
12. 吉川春寿 1960：からだと食物．岩波書店刊　東京．pp 110～126.

北海道陸水観察資料 (I)

阿寒湖の昭和16年10月のプランクトン相について

委嘱 黒萩 尚 (北海道さけ・ます・ふ化場)
委嘱 三原健夫 (北海道庁水産部)

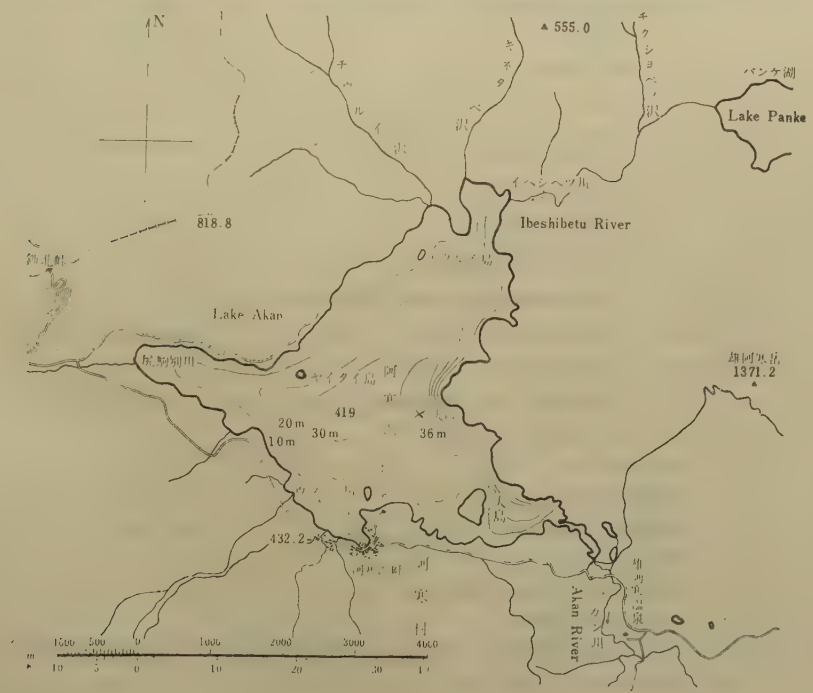
Some Limnological Notes on the Inland Waters of Hokkaido-I.
On the plankton of Lake Akan in south-eastern Hokkaido
collected in middle October, 1941.

Takashi KUROHAGI and Tateo MIHARA

この報告は北海道東南部山地湖の一つである阿寒湖で昭和16年10月12～16日のワカサギ〔*Hypomesus olidus* (Pallas)〕調査の際三原が採集し保存していたプランクトンのフオルマリン標本を黒萩が検鏡観察した結果を取纏めたものでこの観察の記録が本湖の陸水学上及び水産学上の研究にいささかの参考となれば幸である。

採集当時の湖の状態

採集前の9月上旬に湖水位を30*cm*内外上昇させた大雨がありそれ以前に澄んでいた湖水は植物プランクトンの大増殖のため非常に濁つた状態となつた。採集時の湖最深部での観測結果では水温は表面；14.1°C, 37m層；10.0



℃，pHは表面で7.4，湖の水色は暗緑色がかり透明度は0.1 mでこの植物プランクトンの大増殖は10月一ぱい程で消失した。尚，標本は直径30cm，長さ100mのネットで最深部を含めた湖内6ケ点で底部より垂直曳採集をしたもので保存の状態は良好であった。

出　現　種

検鏡の結果認められた種類は表1に示す通りで動植物性合せて59種及び2変種に達し動物性10種及び植物性49種及び2変種より成つていた。動物性種類の大部分が撓脚類と枝角類の甲殻類で其の他の種類としては輪虫類と原生動物に属する種類が各1種ずつの見出されたにすぎない，従つて昭和2年及び同年に本湖で見出された輪虫類の *Keratella quadrata*, *Kellicottia longispina* 及び *Conochilus*[6) 10)] の類は見出されなかつた。次に植物性類であるが珪藻類が44種及び2変種で大部分を占め其の他としては緑藻類が2種と接合藻類が3種見出されただけである。従つて本湖で夏季比較的豊富に出現し水の華を形成する事が知られている *Anabaena* 属を含む藍藻類[2) 7) 8)] が又，普通本湖で見出される事の多い双鞭藻類の *Ceratium hiundinella*[6) 7) 10) 12)] は標本中から全く見出されなかつた。

表 1.　見出されたプランクトンの種類

Zooplankton

Copepoda

1. *Acanthodiaptomus pacificus* (Bruck.)
2. *Mesocyclops hyalinus* (Rehberg)
3. *Acanthocyclops bicuspidatus* (Claus)

Cladocera

4. *Daphnia longispina* var. *hyalina* (Leydig)
5. *D.* *cristata* var. *longiremis* (G. O. Sars)
6. *Bosmina coregoni Baird*
7. *Leydigia Leydigii* (Schödler)
8. *Alona affinis* (Leydig)

Rotatoria

9. *Polyarthra vulgaris* Carlin

Infusoria

10. *Tintinnopsis cratera* (Leidig) Hada

Phytoplankton

Bacillariophyta

11. *Melosira distans* (Ehr.) Kütz.
12. *M.* *granulata* var. *angustissima* Müll.
13. *M.* *italica* (Ehr.) Kütz.
14. *M.* *italica* var. *tenuissima* (Grun.) O. MüII.
15. *M.* *undulata* var. *Normanii* Arnott.
16. *M.* *varians* C. A. Ag.
17. *Stephanodiscus* sp.
18. *Coscinodiscus lacustris* Grun.
19. *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Ktz.
20. *Diatoma* sp.
21. *Asterionella formosa* Hass.
22. *Synedra acus* Kütz.
23. *S.* *capitata* Ehr.
24. *Synedra ulna* (Nitz.) Ehr.

25. *Fragilaria capucina* Desmaz.
26. *F.* *construens* (Ehr.) Grun.
27. *F.* *construens* var. *venta* (Ehr.) Grun.
28. *F.* *crotonensis* Kitt.
29. *F.* *intermedia* Grun.
30. *F.* sp.
31. *Achnanthes lanceolata* var. *elliptica* Clav.
32. *Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehr.) Clev.
33. *Diploneis ovalis* (Hils.) Clev.
34. *Pinnularia mesolepta* (Ehr.) W.S.
35. *P.* sp.
36. *Stauroneis phoenicenteron* Ehr.
37. *Navicula bacillum* Ehr.
38. *N.* *Reinhardtii* Grun.
39. *N.* sp.
40. *Cymbella cistula* (Hemp.) Grun.
41. *C.* *lanceolata* (Ehr.) v. Heurck
42. *C.* *prostata* (Berk.) Clev.
43. *Amphora ovalis* var. *pediculus* Kütz.
44. *Epithemia sorex* Kütz.
45. *E.* *sorex* var. *gracilis* Hust.
46. *E.* *turgida* (Ehr.) Kütz.
47. *E.* *turgida* var. *granulata* (Ehr.) Grun.
48. *E.* sp.
49. *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa* (Ehr.) Grun.
50. *Hantizschia* sp.
51. *Nitzschia* sp.
52. *Cymatopleura elliptica* var. *nobilis* Hanz.
53. *Surirella Capronii* Bréb.
54. *S.* *robusta* Ehr.
55. *S.* spp.
56. *Campylodiscus noricus* var. *hibernica* (Ehr.) Grun.

Conjugatae

57. *Spirogira* sp.
58. *Staurastrum dorsidentiferum* W. et G. S. West var. *ornatum* Grönbl.
59. *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh.

Chlorophyta

60. *Eudorina elegans* Ehr.
61. *Tribonema* sp.

出 現 状 況

出現種の中主要種の出現傾向は各標本共大体同様であったが，湖の最深部での標本について標本中の出現個体数（動物）及び細胞数（植物）を示したのが表 2 である。

表 2. 主要プランクトン種の出現状況，Nは最深部一回の垂直曳き（38—0 m）による採集個体数（動物）と細胞数×10^{-3}（植物）.

		N.	%
Zooplankton	*Acanthodiaptomus pacificus*	4	0.3
	Mesocyclops hyalinus	304	20.3
	Daphnia longispina var. *hyalina*	172	11.5
	Daphnia cristata var. *longiremis*	12	0.8
	Bosmina coregoni	112	7.5
	Leydigia leydigii	2	0.1
	Alona affinis	5	0.3
	Polyarthra vulgaris	28	1.9
	Tintinnopsis cratera	860	57.4
	合　　計	1,499	100.1
Phytoplankton	*Melosira granulata* var. *angustissima*	23,696.9	77.7
	Coscinodiscus lacustris	95.2	0.3
	Tribonema sp.	6,676.0	21.9
	其　の　他	44.8	0.1
	合　　計	30,512.9	100.0
	沈澱量（24時間）	7.6 c.c.	

即ち植物プランクトンである珪藻の *Melosira granulata* var. *angustissima* が極めて卓越した出現を示しそれに緑藻類の *Tribonema* sp. が加成りの程度混在しこの両種で量的にもプランクトンの大部分を占めている状態であつた。それに比較し動物性種類の出現は貧弱で *Mesocyclops hyalinus* が300個体程度，次いで *Daphnia longispina* var. *hyalina* 及び *Bosmina coregoni* が100～150個体程度見出されたが他の種類は微量の出現にすぎなかつた（*Tintinnopsis cratera* が約900個体見られたが微小の種類であるため量的には微量である）。

尚出現種中 *Acanthodiaptomus pacificus* は昭和29年以降の本湖では極めて稀な種類で小数個体でも湖全般で採集される例はほとんどない実状であるが今回検鏡の標本では採集地点6点の中5カ点で小数個体ずつではあるが見出された。又，*Daphnia longispina* var. *hyalina* には有性卵を保有した♀は見出されなかつたが小数の♂が混在していた（最深部に於ける標本では出現 *D. longispine* var. *hyalina* 172尾中♂は36個体（20.9%）で有性卵を持つた♀の出現は見られず，無性卵を持つた♀も3個体にすぎなかつた。

（附記）

上記プランクトン標本採集当時チウルイ沖水深20m内外の地点で神谷式ドレツヂによる採集でワカサギの死骸を多数底部から見出したが植物の大発生が原因しているものの様に考えられた。尚この年は肉眼的にワカサギ，ヒメマス共非常にやせておりワカサギの漁獲高を昭和11年～15年間5カ年間の約18,400～32,500貫，平均24,000貫及び昭和17年～19年3カ年間の19,600貫～26,300貫，平均約24,000貫に比較し不漁で漁獲高は約14,200貫にすぎなかつた。

文　　献

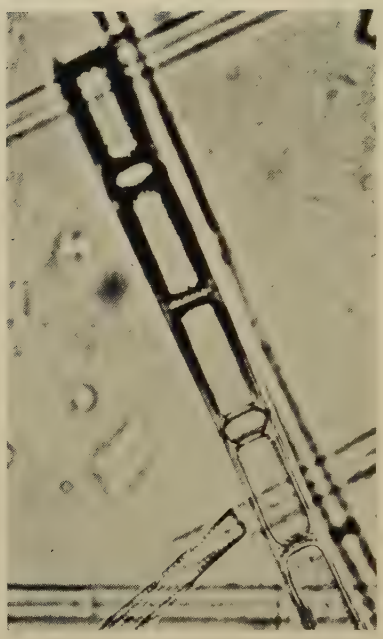
1) Hada, Y. 1939; Fresh Water Tintinnoinea in Japan. Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc. 16 (1).
2) 平野実. 1956; 阿寒湖の植物プランクトン. 植物分類地理16(4).
3) Huber-Pestalozzi, G. 1938; Das Phytoplankton des Süsswassers. Die Binnengewässer 16 (2-2).
4) Hustedt, Fr. 1930; Bacillariophyta (Diatomeae). Die Süsswasserflora Mitteleuropas 10.
5) Keilhack, L. 1909; Phyllopoda, Blattfüsser. Süsswasserfauna Deutshlands 10.

6) 黒萩尚・長内稔. 1957; 最近に於ける北海道阿寒湖の初夏及び秋のプランクトンについて. 水孵研報 12.
7) 益子帰来也. 1935; 夏季に於ける阿寒湖及び屈斜路湖の観測. 陸水雑 4.
8) 根来健一郎. 1937; 日本湖沼の浮游性藍藻(II). 陸水雑 7 (1).
9) Rylow, W. M. 1935; Das Zooplankton der Binnenewässer. Die Binnengewässer 15.
10) 高安三次・五十嵐彦仁・沢賢三 1930; 阿寒湖調査. 水産調査報告, 湖沼調査第二編.
11) Ueno, M. 1933; The Freshwater Branchiopod zof Japan. II Cladocera of Hokkaido. Mem. Coll. Sic. Kyoto Imp. Univ. 8 (3).
12) Ueno, M. 1936; Bottom and Plankton Fauna of the Akan Lake Group of Hokkaido. Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc. 14 (3).
13) Voigt, M. 1957; Rotatoria, Die Rädertiere Mitteleuropas. Berlin-Nikolassee.

附　図　I

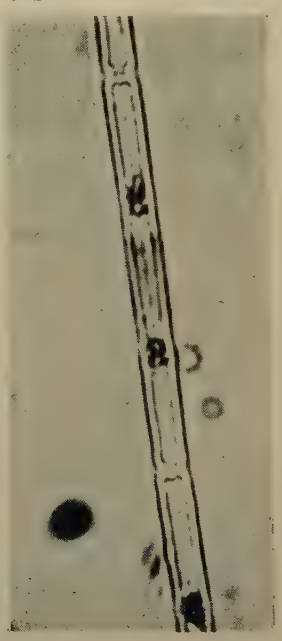
1

2



3 a

3 b



1. *Melosira granulata* var. *angustissima* Müll. (巾 3.5 μ)
2. *Melosira italica* (Ehr.) Kütz. (巾 6.0 μ)
3. *Tribonema* sp. (巾 4.0μ)

モツゴの新しい棲息地について

委嘱　疋　田　豊　彦
（北海道さけ・ます・ふ化場）

On a new habitat of a Cyprinid fish, *Pseudorasbora parva parva* (Temminck et Schlegel), in Hokkaido.

Toyohiko HIKITA

石狩川は北海道では最も大きな河川であり，秋鮭の漁獲の多い事でも有名であつたが，近年この河川の流域に益々都市が発展するに伴って，各種鉱工業の進展もめざましく，都市廃水及び鉱工業廃液が放出されるようになり，石狩川も段々汚れて来た為か？鮭の漁獲が減少する傾向にあり昔日の観なき有様である。石狩川は蛇行部分が多く，洪水等が瀕発する恐れがあるために，河川改良が各処でおこなわれ，その結果沿線には大小数多くの旧河川（所謂古河）が現出ししている。特に石狩川下流部茨戸及び花畔を中心とする石狩古河は最も大きなものであり（附図参照），在来より古河沿岸に在住する数戸の内水面漁業者がワカサギ漁を行なつている。

石狩川古河に於けるモツゴの採集地を示す略図

この限られた水面を利用し，有効なワカサギの生産をあげるために，その基礎となる生態を知る事が必要であり，多くの研究者により最近各分野から研究され，種々興味ある事実が明らかにされ，その都度報告されて来ている。

石狩川古河の曳網にかかる魚種及び水産動物は現在迄著者の調べた範囲では，ワカサギ(*Hypomesus olidus*)，フナ(*Carassius auratus*)，コイ(*Cyprinus carpio*)，ウグイ(*Tribolodon hakonensis*)，ヤチウグイ(*Moroco percunurus percnurus*)，ウキゴリ(*Chaenogobius urotania*)，ビリンゴ(*Chaenogobius castanea*)，イトヨ(*Gasterosteus aculeatus*)，ドジョウ(*Misgurnus anguilicaudatus*)，フクドジョウ(*Barbatula toni oreas*)，スヂエビ(*Leander pancidens*) 及びモクズガニ(*Eriocheir japonicus*) 等が極く普通である。

ここに報告する不明魚は1961年11月１日，古河の伊藤漁場で採集されたフオルマリン液漬標本である。全長は 8,9㎝，6,1 ㎝ 及び 6,4 ㎝ の３尾だけで，これ等に就いて観察測定した結果，先に佐藤，小林（1954）が函館市根崎の池沼で，又疋田，寺尾（1959）が十勝川の一支流途別川の古河でそれぞれ採集報告したシナイモツゴ(*Pseudorasbora pumila*)に最も近似種で，側線はシナイモツゴと相違している．本州の太平洋岸では関東地方以南，又日本海岸では新潟県北部以南に広く分布しているモツゴ（*Pseudorasbora parva parva*）である事が分つた。この３尾の標本の体色は背面が暗褐色から淡褐色で，側面は銀白色，腹部は白で，体側の各鱗の後縁は三日月形に黒褐色をなし，又体側中央に沿つて黒色々素の縦帯があるが，大形のものはやや不明瞭である。鰓耙は小さい瘤状で，側線鱗は鰓蓋後方より尾鰭基部まで連続して完全である。鱗を見ると２年目

で極めて生長が良い。これはこの古河の水温が夏期間23～24°C位になる事等を合わせ考え，この古河に適応して充分に天然産卵も行なうのではないかと思われる。尚この古河は年によつて異るが，大凡12月初旬より翌年3月末及び遅い時には4月初旬まで結氷し，凡ての漁業は停止されるわけである。この3尾のモツゴを採集した地点は附図のA地点であるが，去る10月中にもB地点で漁獲されたとの事であるから，恐らく古河の下流部一帯（シエード部分）に棲息しているものと考えられるので，今後の調査によつて，該魚の数量，分布，生態，及びこの古河への移入経路等が明らかになる事であろう。この古河にいつ頃から棲息する様になつたかは現在の処，一際不明であるが，漁業者の話では，最近チラホラ見られる様になつたと述べている程度である。ともかくモツゴの北海道内の新らしい棲息地とし，又分布上興味ある事実として簡単に報告した次第である。

最後に調査材料を提供し，調査する機会を与えられた道立水産孵化場調査課　長内技師並びに古河の水温に就いて御教示を受けた，さけ・ます・ふ化場調査課　黒萩技官に対し御礼申し上げる次第である。

参　照　文　献

Sato, S. I. and K. Kobayashi 1954：Notes on the ichthyofauna of the fresh waters in Hokkaido, Japan. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. Vol. 4, No. 4, PP. 268-272

疋田豊彦・寺尾俊郎　1959：北海道に於けるシナイモツゴの新棲息地とその形態について　水孵試報，14号，67～71頁

Okada, Y. 1959-60：Studies on the freshwater fishes of Japan. Pref. Univ. Mie. PP. 1-860

昭和36年12月10日印刷
昭和36年12月31日発行

非売品

札幌市中の島（北海道立水産孵化場）
発行者　荒井定治
編集者　江口弘
印刷者　粟井与三松
印刷所　中西写真製版印刷株式会社

SCIENTIFIC REPORTS OF THE HOKKAIDO FISH HATCHERY

No. 16

1. Limnological studies of Lake Horokayan, with special regard to its suitability for pisciculture. ..... Hiroshi Eguchi (1)

2. Seasonal observations on the chemical substances of water and mud in Tokachi River (Obihiro-Makubetsu) in 1959 to 1961. ..... Kiyoshi Yoshizumi and Yasuji Ozaki (7)

3. An experiment on catalytic oxidation of starch wastes with rotating discs. ..... Mitsugu Takayasu (29)

4. Ecological studies of the pond smelt in the Ishikari-Furukawa.
4. On the occurence of local populations. .....Shun Okada, Tetsushi Itō and Koshirō Itō (37)

5. The feeding habits of the Pond Smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas), in Uryu reservoir. (II). ..... Minoru Osanai (45)

6. On the artificial hybridization among the Salmonid Fishes. I. ..... Toshiro Terao and Nobuo Hayashinaka. (51)

7. On the toxic effect of herbicide, PCP, on the fry of Kokanee Salmon and Rainbow Trout.....Hiroshi Eguchi and Toshiro Terao (63)

8. On the toxic effect of the herbicide, Pentachloro Phenol, on the Chum Salmon Fry (*O. keta*)..... Yoshio Ishikawa (67)

9. Studies on the fish-culture food (X).
On the effect of the dry brewer's yeast, *saccharomyces ceevisiae*, added to diet of carp fingerlings. ..... Toshiro Terao (73)

10. Studies on the fish-culture food (XI).
On the effect of culture food used of Fish-soluble and "KO" Meal upon to growth of yearling carp (*Cyprinus carpio* PALLAS). ..... Hiroshi Eguchi and Toshiro Terao (79)

11. Some limnological notes on the inland waters of Hokkaido - I.
On the plankton of Lake Akan in south-eastern Hokkaido collected in middle October, 1941. ..... Takashi Kurohagi and Tateo Mihara (85)

12. On a new habitat of a Cyprinid fish, *pseudorasbora parva parva* (Temminck et Schlegel), in Hokkaido. ..... Toyohiko Hikita (91)